

Waarom is de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden anders dan die van het aantal verkeersdoden?

Dr. M.C.B. Reurings, drs. H.L. Stipdonk, F. Minnaard & ir. R.G. Eenink

R-2012-9

Waarom is de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden anders dan die van het aantal verkeersdoden?

Een analyse van de verschillen in ontwikkeling

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2012-9
Titel:	Waarom is de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden anders dan die van het aantal verkeersdoden?
Ondertitel:	Een analyse van de verschillen in ontwikkeling
Auteur(s):	Dr. M.C.B. Reurings, drs. H.L. Stipdonk, F. Minnaard & ir. R.G. Eenink
Projectleider:	Drs. H.L. Stipdonk
Projectnummer SWOV:	C03.06
Trefwoord(en):	Accident; injury; fatality; road user; severity (accid, injury); development; hospital; classification; analysis (math); accident rate; trend (stat); SWOV.
Projectinhoud:	Het aantal verkeersdoden daalt in Nederland al jaren gestaag. Het aantal ernstig verkeersgewonden in Nederland houdt daarmee echter geen gelijke tred. In dit SWOV-rapport is onderzocht waar dit verschil door verklaard zou kunnen worden.
Aantal pagina's:	58
Prijs:	€ 11,25
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2012

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

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

Samenvatting

Het aantal verkeersdoden daalt in Nederland, en in veel andere sterk gemotoriseerde landen, al jaren gestaag. Het aantal ernstig verkeersgewonden in Nederland houdt daarmee echter geen gelijke tred. De SWOV heeft onderzocht waar dit verschil door verklaard zou kunnen worden. De volgende onderzoeksvragen stonden hierbij centraal:

1. Treden er soortgelijke ontwikkelingen op in het buitenland?
2. Welke groepen weggebruikers vertonen de laatste jaren een afwijkende ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden?
3. Welke verklaringen zijn daarvoor?

Met een afwijkende ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden in de tweede onderzoeksvraag wordt een afwijking ten opzichte van de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden bedoeld. Dit kan een geringe daling zijn, een stagnerende daling of zelfs een stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden.

Het antwoord op de eerste vraag is positief: de kwestie van uiteenlopende ontwikkelingen speelt in meer landen. Er blijken echter nog nauwelijks studies uitgevoerd te zijn naar verklaringen hiervoor. Een literatuurscan heeft niets opgeleverd en uit een consultatie van Europese zusterinstituten zijn ook weinig tot geen relevante publicaties beschikbaar gekomen. Alleen in Duitsland is er onderzoek verricht, wat tot de conclusie heeft geleid dat de toename in de hoogste ernstcategorie vooral een verschuiving vanuit het afnemende aantal verkeersdoden is geweest.

Om de tweede vraag te beantwoorden is de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en het aantal ernstig verkeersgewonden binnen verschillende groepen weggebruikers apart bestudeerd. Er is voor gekozen om groepen te onderscheiden naar vervoerswijze en leeftijd, maar andere groepen zouden ook mogelijk zijn geweest. Vooral een uitsplitsing naar wegcategorieën is interessant, maar daarvoor ontbreken de gegevens. Met de huidige aanpak, blijkt het verschil in ontwikkeling van verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden het meest opvallend voor de volgende groepen verkeersdeelnemers:

- voetgangers ouder dan 60 jaar;
- fietsers ouder dan 25 jaar, in motorvoertuigongevallen;
- brom- en snorfietsers van 12-60 jaar;
- motorrijders van 40 jaar en ouder;
- auto-inzittenden.

Vervolgens zijn hypothesen opgesteld voor de mogelijke verklaringen voor die verschillen in ontwikkeling. Dit is gebeurd in een SWOV-brede bijeenkomst. Deze hypothesen zijn zo veel mogelijk getoetst door aanvullende informatie te zoeken. Een algemene verklaring die voor een aantal van deze groepen lijkt te gelden is de invoering van Zones 30 en Zones 60. Hierdoor vindt een deel van de botsingen tussen verkeersdeelnemers plaats bij lagere snelheden dan voorheen. Dit leidt tot een snellere daling van het aantal verkeersdoden dan van het aantal ernstig verkeersgewonden. Het veiliger inrichten van kruispunten, zoals ombouwen tot rotondes, heeft hetzelfde effect.

Verklaringen kunnen behalve in de infrastructuur ook in secundaire veiligheidsvoorzieningen van voertuigen gevonden worden. Dergelijke voorzieningen zijn niet bedoeld om ongevallen te voorkomen, maar om de ernst van het letsel in geval van een ongeval te beperken. Het toenemende gebruik van kinderzitjes kan bijvoorbeeld het geconstateerde extra verschil in ontwikkeling tussen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder 0-11-jarige auto-inzittenden verklaren. Bij motorrijders zou ABS een rol kunnen spelen. Steeds meer motoren zijn hiermee uitgerust, waardoor een steeds groter aandeel van de valpartijen van motorrijders bij lagere snelheid plaatsvindt.

Het aantal ernstig verkeersgewonden onder fietsers in ongevallen zonder betrokkenheid van een motorvoertuig stijgt al sinds begin jaren negentig. In dit soort ongevallen komen echter nauwelijks fietsers om het leven, waardoor we geen vergelijking kunnen maken met de ontwikkeling in het aantal verkeersdoden. Voor het toegenomen aantal ernstig verkeersgewonden onder deze groep fietsers zijn de volgende mogelijke verklaringen gevonden:

- Er wordt meer gefietst. en dan voornamelijk door ouderen.
- Door een toename van het gebruik van elektrische en racefietsen ligt de fietssnelheid hoger.
- Fietspaden worden steeds drukker door toenemend fietsgebruik.
- De kwaliteit van fietspaden laat nogal eens te wensen over.
- Een toenemend gebruik van apparatuur op de fiets.
- Een toename van fietsen onder invloed van drugs of alcohol.

Er zijn ook enkele mogelijke verklaringen gevonden binnen de medische wereld. Verbeteringen in de medische zorg leiden tot minder ernstige letselgevolgen en zullen bijgedragen hebben aan de daling van het aantal verkeersdoden in Nederland. Deze ontwikkelingen kunnen er ook toe geleid hebben dat mensen die vroeger op straat overleden, nu zwaargewond naar het ziekenhuis worden gebracht, en mensen die vroeger als ernstig gewond werden beschouwd nu als lichter gewond beschouwd worden. Hiermee wordt echter in het vaststellen van het aantal ernstig verkeersgewonden in Nederland geen rekening gehouden, omdat de indeling in letselernst gebruikmaakt van coderingen uit 1990. Daardoor worden slachtoffers die twintig jaar geleden als ernstig verkeersgewonden werden beschouwd, nu nog steeds als ernstig gewond beschouwd. Daarentegen worden er steeds minder mensen onterecht naar huis gestuurd, omdat (inwendig) letsel door betere diagnosemethoden steeds beter wordt herkend. Ten slotte zou ook een verbeterde ziekenhuisregistratie (mede als gevolg van elektronische patiëntendossiers) een rol gespeeld kunnen hebben, maar het is met de bij de SWOV beschikbare bestanden niet vast te stellen of en in welke mate dit het geval geweest is. Kortom, betere medische zorg leidt wel tot een verlaging van het aantal verkeersdoden en ook wel tot vermindering van de gevolgen van dat ernstige letsel, maar dit laatste zien we niet geheel terug in het aantal ernstig verkeersgewonden zoals we dat in Nederland vaststellen.

Summary

Why do the development of the number of serious road injuries and the development of the number of road fatalities differ? An analysis of the differences between the developments

The number of road fatalities in the Netherlands and in many other highly motorized countries has been decreasing steadily for years. The decrease of the number of serious road injuries, however, has not kept pace. SWOV investigated what the explanations could be for this difference. The following research questions were used:

1. Can similar developments be observed in other countries?
2. Which road user groups have shown a different development of the number of serious road injuries in recent years?
3. Which explanations can be found?

In research question 2, a different development of the number of serious road injuries refers to a different development from that of the number of road fatalities. This can be a small decrease, a stagnant decrease or even an increase in the number of serious road injuries.

The first question has a positive answer: the different developments can also be found in other countries. However, hardly any studies have been carried out to find possible explanations. A literature scan did not come up with any results, and consultation of other European research institutes yielded few or no relevant publications at all.

Research was only carried out in Germany and this resulted in the conclusion that the increase in the category of the greatest injury severity was mainly caused by a shift from the decreasing number of road fatalities.

The development of the number of road fatalities and the development of the number of serious road injuries were studied separately for individual road user groups. The choice was made to distinguish groups by transport mode and by age, but other distinctions would also have been possible. Although distinction by road category would have been particularly interesting, data is not available. The approach that was used found the most notable differences in the development of road fatalities and serious road injuries for the following groups of road users:

- pedestrians older than 60;
- cyclists older than 25, in crashes with motor vehicles;
- (slow) moped riders aged 12-60;
- Motorcyclists aged 40 and older;
- Car occupants.

Then hypotheses were drawn up for possible explanations of the differences in development. This was done in a SWOV-wide consultation. These hypotheses were tested as thoroughly as was possible by searching for supplementary information. A general explanation which seems to hold for some of these groups is the introduction of Zones 30 and Zones 60. This measure is responsible for a proportion of the crashes occurring at lower speeds than previously. This results in a more rapid decrease in the number of road fatalities than that of the number of serious road injuries. A safer

design of intersections, e.g. conversion into roundabouts, has a similar effect.

Other than in infrastructure, explanations can also be found in secondary safety provisions for vehicles. Such provisions are not intended to prevent crashes, but to limit injury severity in case a crash occurs. The increased use of child seats, for example, can explain the extra difference in development that was found between fatalities and serious road injuries among 0-11 year-old car occupants. ABS could play a role for motorcyclists. Increasingly motorcycles are fitted with ABS, so that an increasing proportion of the motorcycle falls occur at lower speeds.

The number of serious road injuries among cyclists in crashes without a motor vehicle being involved, has already been increasing since the early 1990s. However, this crash type has hardly any fatalities which means that we cannot make a comparison with the development of the number of road fatalities. The following explanations have been found for the increase in the number of serious road injuries among this group of cyclists:

- There is an increase in cycling, mainly by senior road users.
- The increased use of electric bicycles and racing bikes has resulted in higher cycling speeds.
- Cycle paths are getting busier by increasing bicycle use.
- The quality of the cycle paths often leaves to be desired.
- Increased use of devices when cycling.
- Increase in cyclists under the influence of drugs or alcohol.

Also in the area of medicine some possible explanations have been found. Improvements in medical care lead to less serious injury consequences and are likely to have contributed to the decrease of the number of road fatalities in the Netherlands. These developments may also be responsible for casualties who in earlier days would have died at the crash location, now being transferred to hospital with serious road injury and casualties who formerly were considered as seriously injured now being considered to have slight injury. However, these considerations are not taken into account when the number of serious road injuries in the Netherlands is determined, because the categorization of injury severity uses codes that were set in 1990. This means that casualties who were considered to be serious road injuries twenty years ago, are still considered to be seriously injured at present. At the same time, increasingly fewer casualties are incorrectly dismissed from hospital, because (internal) injury is diagnosed more frequently due to improved diagnostic methods. Finally, improved hospital registration may have played a role (also as a result of electronic patient files), but the data files that are available to SWOV do not allow establishing whether or to which extent this has been the case. In brief, improved medical care has resulted in a decrease of the number of road fatalities and also to lesser consequences of the serious road injury, but the latter cannot be clearly observed in the number of serious road injuries in the way this is determined in the Netherlands.

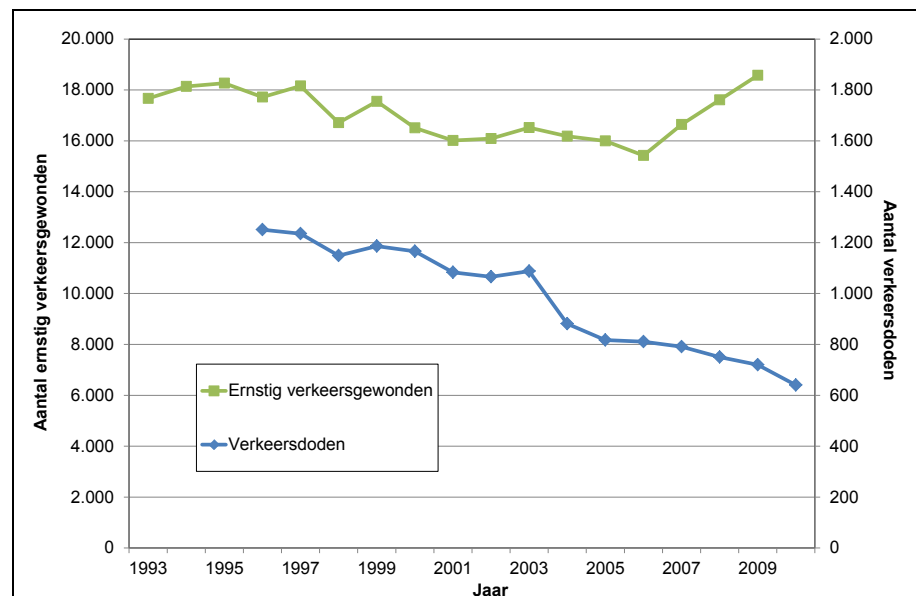
Inhoud

1. Inleiding	9
1.1. De stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden vanaf 2006	9
1.2. Doel en vraagstelling	11
1.3. Leeswijzer	11
2. Internationaal perspectief	13
2.1. Ontwikkeling van het aantal slachtoffers in het buitenland	13
2.2. Internationale inventarisatie	14
2.3. Conclusie	14
3. Ontwikkelingen in de ziekenhuisregistratie	15
3.1. Gegeneerde records	15
3.2. Ontwikkelingen in de medische zorg	16
3.3. Algemene toename van het aantal ziekenhuisopnamen	19
3.4. Betere registratie in LMR	20
3.5. Conclusies	21
4. Onderbouwing analysemethode	23
4.1. De verhouding tussen het aantal verkeersdoden en -gewonden	23
4.2. Het effect van een lagere botssnelheid	24
4.3. Aanpak van de analyse: zoeken naar relevante groepen	27
5. Analyse naar vervoerswijze en leeftijd	29
5.1. Algemene bevindingen	29
5.2. Bevindingen per vervoerswijze	30
5.2.1. Voetgangers	30
5.2.2. Fietzers	31
5.2.3. Brom- en snorfiets	33
5.2.4. Motorfiets	34
5.2.5. Auto	35
5.3. Conclusies	36
6. Verklaringen van de verschillen	38
6.1. Voetgangers	38
6.1.1. Mensen worden steeds fitter	38
6.1.2. Oversteekconflicten bij lagere snelheid	39
6.1.3. Conclusie	40
6.2. Fietzers	40
6.2.1. Botsingen met motorvoertuigen bij lagere snelheid	40
6.2.2. Er wordt sneller gefietst	41
6.2.3. Drukke op het fietspad	41
6.2.4. Toenemend gebruik van mobiele apparatuur op de fiets	42
6.2.5. Onbekende fietsroutes	42
6.2.6. Alcohol/drugs	43
6.2.7. Fietspadkwaliteit (onderhoud)	44
6.2.8. Conclusie	44
6.3. Bromfiets en snorfiets	44
6.3.1. Verschuiving van bromfiets naar snorfiets	44
6.3.2. Toenemend helmgebruik onder bromfietzers	46
6.3.3. Effect van het opvoerconvenant	46

6.3.4.	Conclusie	47
6.4.	Motorrijders	47
6.4.1.	Betere remsystemen (ABS)	47
6.4.2.	Toename ongevallen op lagereordewegen	47
6.4.3.	Conclusie	48
6.5.	Auto-inzittenden	48
6.5.1.	Toename secundaire veiligheidsvoorzieningen	48
6.5.2.	Veiliger kruispunten	49
6.5.3.	Conclusies	50
7.	Conclusies en aanbevelingen	51
7.1.	Conclusies	51
7.1.1.	Treden er soortgelijke ontwikkelingen op in het buitenland?	51
7.1.2.	Welke groepen weggebruikers vertonen een afwijkende ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden?	52
7.1.3.	Wat zijn mogelijke verklaringen?	52
7.1.4.	Samenvattend	54
7.2.	Aanbevelingen voor nader onderzoek	55
	Literatuur	56

1. Inleiding

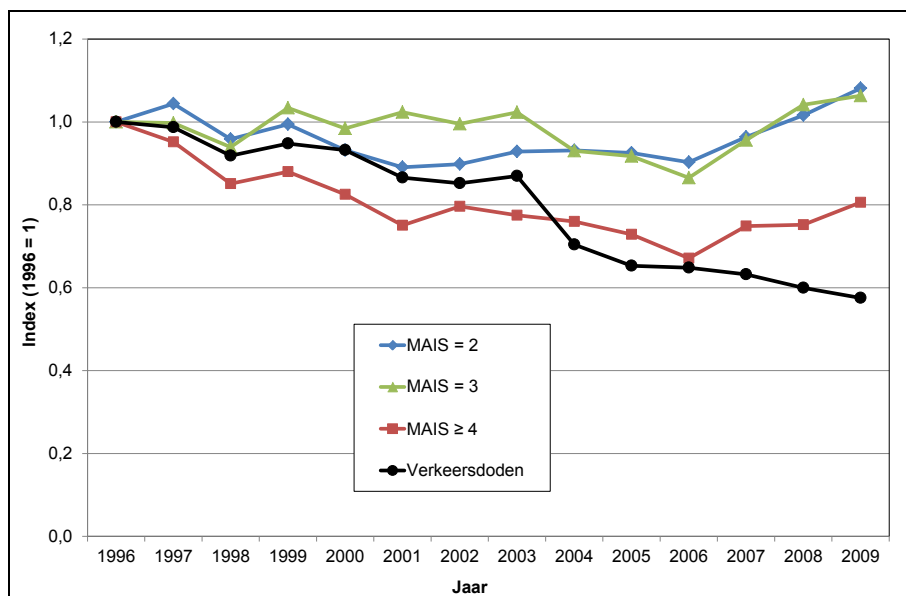
Het aantal verkeersdoden en het aantal ernstig verkeersgewonden in Nederland laten de afgelopen jaren een verschil in ontwikkeling zien. Het aantal ernstig verkeersgewonden is sinds 2006 gestegen met ongeveer duizend slachtoffers per jaar, waarmee het aantal in 2010 uitkomt op 19.100 (Reurings & Bos, 2012). Dit is fors hoger dan in 1993, toen er 17.670 personen ernstig verkeersgewond zijn geraakt. Deze stijging staat in contrast met de daling van het aantal verkeersdoden van 1.251 in 1996 naar 640 in 2010. Deze verschillen in ontwikkeling zijn duidelijk te zien in *Afbeelding 1.1*.



Afbeelding 1.1. *Het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden in Nederland in de periode 1993-2010. Bronnen: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM), Dutch Hospital Data (DHD).*

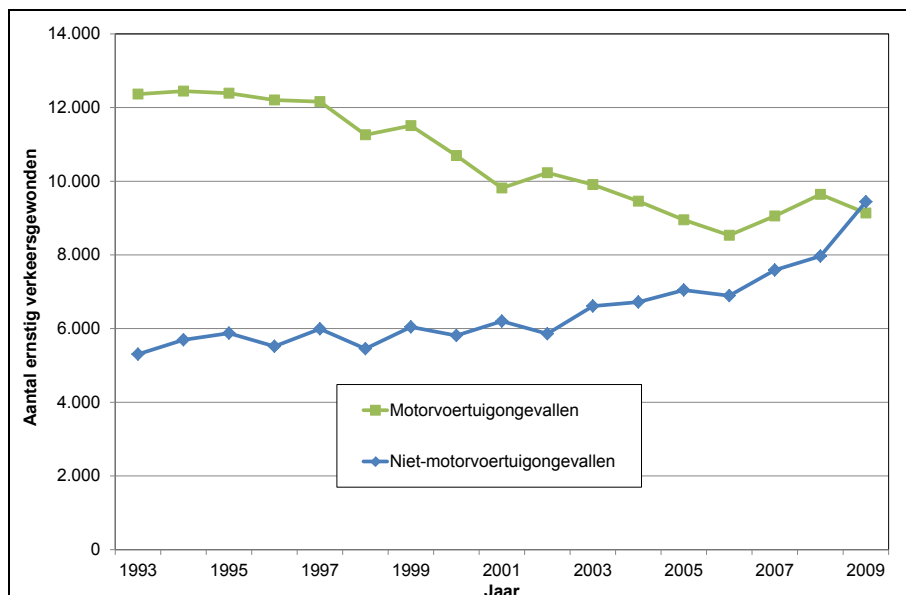
1.1. De stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden vanaf 2006

De vraag is of de stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden vanaf 2006 zichtbaar is bij alle letselernsten, of dat de ontwikkeling van het aantal 'zwaargewonden' (slachtoffers met een hoge letselernst; MAIS3 of MAIS4) wél lijkt op die van het aantal verkeersdoden. Om dit na te gaan, bekijken we *Afbeelding 1.2*. Hierin is de ontwikkeling te zien van zowel het aantal verkeersdoden als het aantal ernstig verkeersgewonden in drie letselernst-categorieën. De ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden met een MAIS van ten minste 4 komt weliswaar meer overeen met die van de verkeersdoden, maar toch is ook bij deze categorie ernstig verkeersgewonden, in tegenstelling tot bij de verkeersdoden, een stijging zichtbaar vanaf 2006. Deze stijging is net zo groot als die bij de andere ernstig verkeersgewonden: het aantal ernstig verkeersgewonden is voor alle drie de getoonde ernstcategorieën in 2009 ongeveer 20% hoger dan in 2006.



Afbeelding 1.2. De ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden naar letselernst, waarbij de aantallen geïndexeerd zijn op 1 in 1996.

Wanneer de ernstig verkeersgewonden verdeeld worden in twee ongevals-categorieën (met en zonder betrokkenheid van een motorvoertuig) is er duidelijk een verschil in ontwikkeling zichtbaar, zie *Afbeelding 1.3*. Het aantal ernstig verkeersgewonden in niet-motorvoertuigongevallen laat al sinds 1993 een stijging zien. Een stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden in motorvoertuigongevallen is pas te zien sinds 2006 en is minder fors dan die van het totaal.



Afbeelding 1.3. Het aantal ernstig verkeersgewonden in motorvoertuig- en niet-motorvoertuigongevallen.

Door Weijermars & Van Schagen (2009) werd ook al een verschil geconstateerd tussen de ontwikkeling van verkeersdoden en die van ziekenhuisgewonden (de indicator die gebruikt werd voordat het aantal ernstig verkeersgewonden geïntroduceerd werd). Ook zij stelden vast dat vooral ziekenhuisgewonden in niet-motorvoertuigen afwijken en concludeerden op basis daarvan dat maatregelen die in het kader van Duurzaam Veilig genomen zijn dus vooral effectief geweest lijken te zijn in het voorkomen van ernstig letsel ten gevolge van ongevallen met motorvoertuigen. Zij hebben aanbevolen om nader onderzoek uit te voeren naar de ontwikkeling van ziekenhuisgewonden.

De stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden na 2006 staat overigens niet op zichzelf. Consument en Veiligheid (2011) beschikt over gegevens over behandelingen op afdelingen Spoedeisende Hulp als gevolg van verkeersongevallen, en stelt op basis daarvan vast dat er na een aanvankelijke daling van het aantal, de laatste jaren juist weer een stijging zichtbaar is.

1.2. Doel en vraagstelling

Het doel van dit onderzoek is te achterhalen hoe de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden, en de discrepantie met de ontwikkeling van het aantal doden, verklaard kan worden. Hierbij staan de volgende onderzoeksvragen centraal:

1. Treden er soortgelijke ontwikkelingen op in het buitenland?
2. Welke groepen weggebruikers vertonen de laatste jaren een afwijkende ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden?
3. Wat zijn mogelijke verklaringen van de bevindingen naar aanleiding van de voorgaande onderzoeksvraag?

Met een afwijkende ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden in de tweede onderzoeksvraag wordt een afwijking ten opzichte van de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden bedoeld. Dit kan een geringe daling zijn, een stagnerende daling of zelfs een stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden.

Voor fietsers die ernstig gewond zijn geraakt in een niet-motorvoertuig-ongeval is het niet mogelijk een vergelijking te maken met het aantal verkeersdoden. Er komen bij dat soort ongevallen namelijk nauwelijks fietsers om het leven, terwijl het aantal ernstig verkeersgewonden dat erbij valt al sinds 1993 stijgt. In dit geval zoeken we verklaringen voor deze stijging in mobiliteit- of risico-ontwikkelingen.

1.3. Leeswijzer

Het project is uitgevoerd in vier stappen. De eerste onderzoeksvraag is het onderwerp van *Hoofdstuk 2*. Daarna wordt in *Hoofdstuk 3* nagegaan of er buiten de verkeersveiligheid ontwikkelingen zijn die de afwijkende ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden kunnen verklaren. Vervolgens geeft *Hoofdstuk Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.* een theoretische onderbouwing van de analysemethode waarbij we de ontwikkelingen binnen groepen ongevallen en slachtoffers beschouwen. In *Hoofdstuk 5* wordt nagegaan voor welke groepen weggebruikers de verschillen tussen de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden

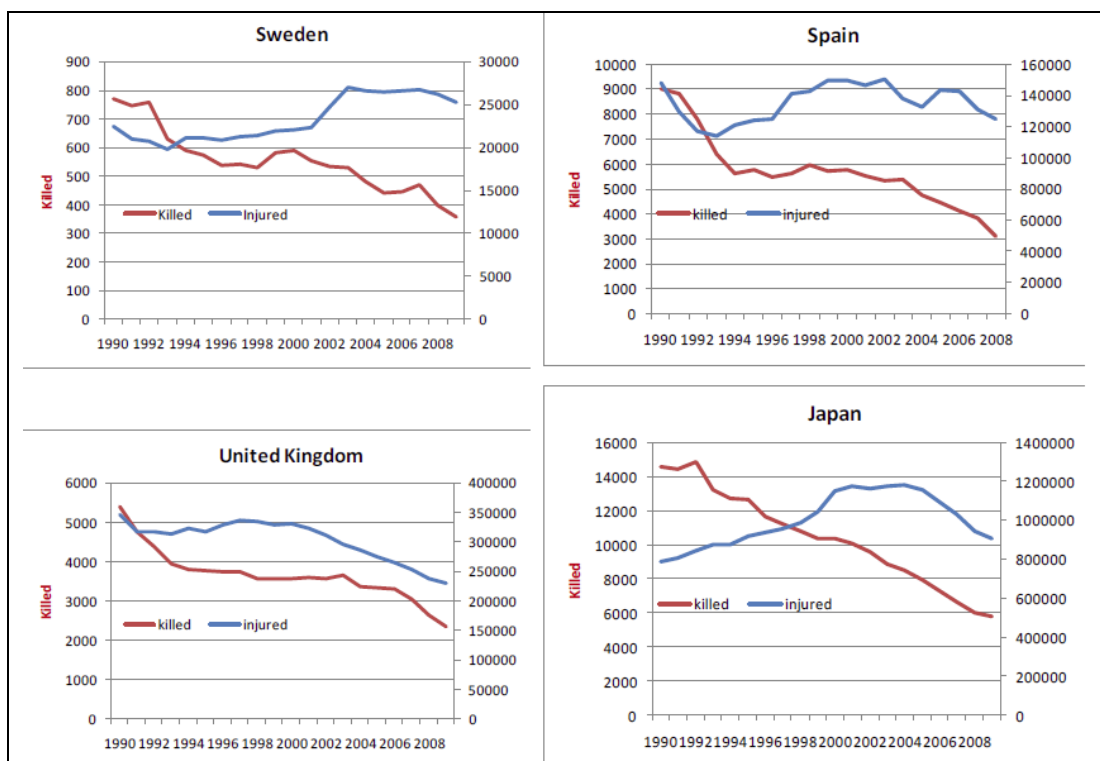
en verkeersdoden het grootst zijn. De bevindingen uit dit hoofdstuk zijn in een SWOV-brede brainstormbijeenkomst besproken. Hieruit zijn enkele hypothetische verklaringen voor die verschillen naar voren gekomen. Enkele van deze hypothesen zijn onderzocht op hun waarschijnlijkheid; de resultaten hiervan staan in *Hoofdstuk 6*. Het rapport eindigt ten slotte met conclusies en aanbevelingen in *Hoofdstuk 7*.

2. Internationaal perspectief

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het beantwoorden van de eerste onderzoeksvraag, dus op de vraag of er in het buitenland ook een verschil is tussen de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden en die van het aantal verkeersdoden. Uit een rapport van IRTAD (OECD/ITF, 2012) over hoe het aantal ernstig gewonden als gevolg van verkeersongevallen bepaald kan worden op basis van zowel politie- als ziekenhuisbestanden, volgt dat dit inderdaad zo is. In *Paragraaf 2.1* wordt dit toegelicht. Voor een oriëntatie op in het buitenland gevonden verklaringen van de verschillende ontwikkelingen van het aantal doden en het aantal gewonden is een literatuurscan uitgevoerd met zoektermen als 'fatalities', 'severe injuries', 'trend' en 'analysis', buitengewoon breed dus. Het leverde veel verwijzingen op maar helaas (vrijwel) geen literatuur over het verschil in ontwikkeling tussen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden. Daarom is bij zusterinstituten van de SWOV gevraagd of daar kennis over dit onderwerp aanwezig is. De bevindingen hiervan worden gegeven in *Paragraaf 2.2*. De conclusie van dit hoofdstuk wordt ten slotte gegeven in *Paragraaf 2.3*.

2.1. Ontwikkeling van het aantal slachtoffers in het buitenland

De OECD-werkgroep IRTAD heeft een rapport uitgebracht waarin de onderregistratie van (ernstig) verkeersgewonden wordt geadresseerd (OECD/ITF, 2012). Een illustratie van dit probleem is in de onderstaande figuur uit het rapport te vinden.



Afbeelding 2.1. Ontwikkeling van het aantal doden en gewonden in vier landen. Het aantal doden (rode lijn, linker as) en het aantal ernstig gewonden (blauwe lijn, rechter as) wordt met elkaar vergeleken (OECD/ITF, 2012).

In alle landen zie je een verschillende ontwikkeling van door de politie geregistreerde doden en gewonden. Het aantal doden halveert ongeveer in deze landen, maar dat geldt niet voor de gewonden. Dat aantal daalt veel minder (UK, Spanje) of het stijgt zelfs (Zweden, Japan). Het is onduidelijk in welke mate dit komt door veranderingen in de registratie of daadwerkelijke ontwikkelingen. Het IRTAD-rapport illustreert dat onderzoek naar de verschillen in ontwikkeling van ernstig verkeersgewonden en verkeersdoden nieuw is. Zonder betrouwbare data en eenduidige definities van een ernstig gewonde zoals we die in Nederland hebben, is dit immers niet mogelijk.

2.2. Internationale inventarisatie

Bij enkele Europese zusterinstituten van de SWOV is nagegaan of zij kennis hadden over de redenen voor de verschillen in ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en gewonden. Het gaat om de instituten die aangesloten zijn bij FERSI¹, de koepelorganisatie van Europese onderzoeksinstituten op het gebied van verkeersveiligheid. Vijf instituten hebben gereageerd, waarvan twee aangaven geen literatuur te hebben. De drie positieve reacties waren van het Kuratorium für Verkehrssicherheit KfV in Oostenrijk, Bundesanstalt für Straßenwesen BASt in Duitsland en Transportation Research Laboratory TRL in het Verenigd Koninkrijk.

In Oostenrijk bestaat een aparte taakstelling voor ziekenhuisgewonden, zoals in Nederland, maar is er geen kennis over het hoe en waarom van de verschillende ontwikkelingen. In Duitsland is dezelfde ontwikkeling geconstateerd, maar heeft men zich vooral gericht op onderzoek naar de verdeling over verschillende categorieën letselernst (Schmidt, 2011). Zij constateerde dat de toename in de hoogste categorie vooral een verschuiving vanuit de verkeersdoden is geweest. Door onder andere een betere botsveiligheid van auto's overlijden mensen niet meer, maar raken ze ernstig gewond. Daarnaast is door de verbeterde medische zorg de overlevingskans na het oplopen van ernstig letsel gestegen. In het Verenigd Koninkrijk was er voor deze kwestie een jaar of vijf geleden bestuurlijke belangstelling toen het aantal gewonden juist sneller leek te dalen dan het aantal doden. Omdat geen goede koppeling met ziekenhuisgegevens mogelijk was, bleek een controle op de cijfers of een gedegen analyse niet mogelijk.

2.3. Conclusie

De kwestie van uiteenlopende ontwikkelingen speelt in meer landen maar is nog zo nieuw dat geen literatuur voorhanden is over de mogelijke redenen hiervoor.

¹ FERSI staat voor Forum of European Road Safety research Institutes.

3. Ontwikkelingen in de ziekenhuisregistratie

Het aantal verkeersdoden wordt ieder jaar bepaald door het CBS, door drie bestanden met elkaar te vergelijken (Vis et al., 2011). De aanname hierbij is dat elke verkeersdode in ten minste een van deze drie bestanden terug te vinden is. Het aantal verkeersdoden is dus gebaseerd op waarnemingen. Voor het aantal ernstig verkeersgewonden geldt dit niet. Dit aantal wordt ieder jaar door de SWOV geschat (Reurings & Bos, 2009). De methode die daarbij gevolgd wordt bestaat uit twee stappen. Eerst wordt bepaald hoeveel ernstig verkeersgewonden er zowel in de politieregistratie (Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland, BRON) als in de ziekenhuisregistratie (Landelijke Medische Registratie, LMR) opgenomen zijn. Vervolgens wordt geschat hoeveel ernstig verkeersgewonden er niet in BRON geregistreerd zijn en wel in de LMR, maar in deze laatste niet herkenbaar als zodanig. Het is dan ook belangrijk om na te gaan of de plotselinge stijging van het geschatte aantal ernstig verkeersgewonden vanaf 2006 het gevolg is van ontwikkelingen binnen BRON of de LMR. Dit wordt in dit hoofdstuk nagegaan, waarbij we ons beperken tot de LMR. De reden hiervoor is dat de registratie van ernstig verkeersgewonden in BRON steeds slechter wordt (Vis et al., 2011) en dus amper een verklaring kan zijn voor de geconstateerde stijging.

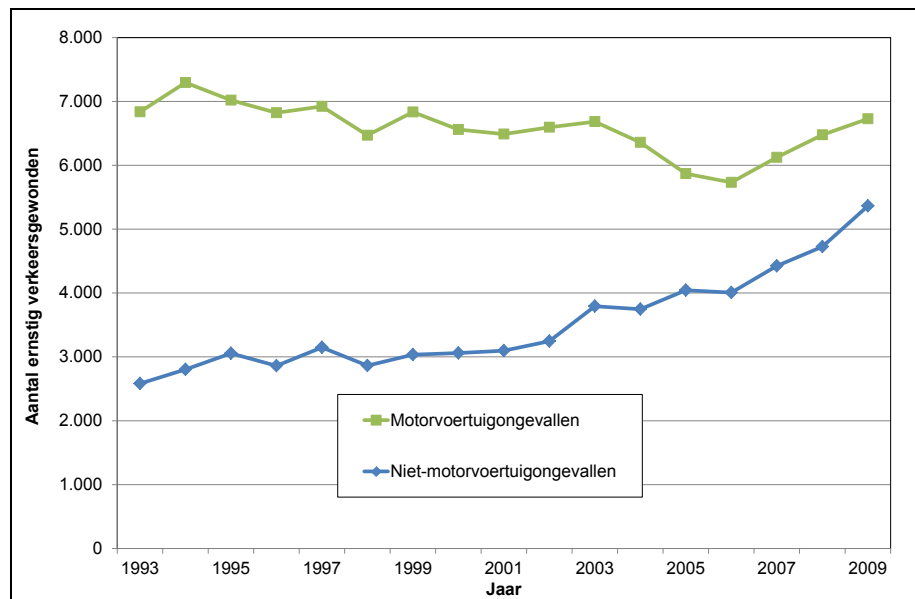
3.1. Gegeneerde records

Er zijn ziekenhuizen die in bepaalde jaren of delen van jaren de LMR niet hebben bijgehouden. Bij deze ziekenhuizen is bekend hoeveel patiënten er wel opgenomen zijn geweest maar niet in de LMR zijn geregistreerd. Voor deze niet-geregistreerde patiënten worden door de beheerder van de LMR (destijds Prismant, tegenwoordig Dutch Hospital Data – DHD) records gegeneerd. Bij het bepalen van de kenmerken van deze patiënten is rekening gehouden met het ziekenhuis en het specialisme waar de niet-geregistreerde patiënt opgenomen is geweest. Tot en met 2003 gaat het om enkele honderden gegeneerde records per jaar (minder dan 1% van het aantal geleverde records), maar dit aantal loopt op tot meer dan 13.000 in 2009, ruim 12% van het aantal geleverde records. *Tabel 3.1* geeft vanaf 2004 het aantal en aandeel gegeneerde records weer in het LMR-bestand dat aan de SWOV geleverd is.

Jaar	Totaal	Aantal gegeneerd	Aandeel gegeneerd
2004	88.134	801	0,9%
2005	91.779	3.213	3,5%
2006	91.938	8.571	9,3%
2007	97.547	10.580	10,8%
2008	100.724	12.538	12,4%
2009	109.456	13.430	12,3%

Tabel 3.1. Het totale aantal gegeneerde records in de ontdebeldde LMR-bestanden per opnamejaar, dus alle letselernstcategorieën, inclusief doden.

Opvallend is dat de stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden samenvalt met een stijging van het aandeel gegenereerde records in de LMR. In de schattingsmethode van de SWOV worden de gegenereerde records zelf niet meegenomen, maar wordt er uiteraard wel gecorrigeerd voor deze ontbrekende records. In Reurings & Bos (2009) wordt uitgelegd hoe dit gedaan wordt. In deze paragraaf gaan we na of de gegenereerde records en de correctie daarvoor geleid heeft tot de plotselinge stijging in het geschatte aantal ernstig verkeersgewonden vanaf 2006. Dit doen we door de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden te volgen voor alleen die gemeenten waarin de ziekenhuizen in de gehele periode 1993-2009 het LMR-bestand volledig ingevuld hebben. Dit aantal is weergegeven in *Afbeelding 3.1*.



Afbeelding 3.1. Het aantal ernstig verkeersgewonden dat is opgenomen in gemeenten waarin de ziekenhuizen de hele periode 1993-2009 meegedaan hebben aan de LMR.

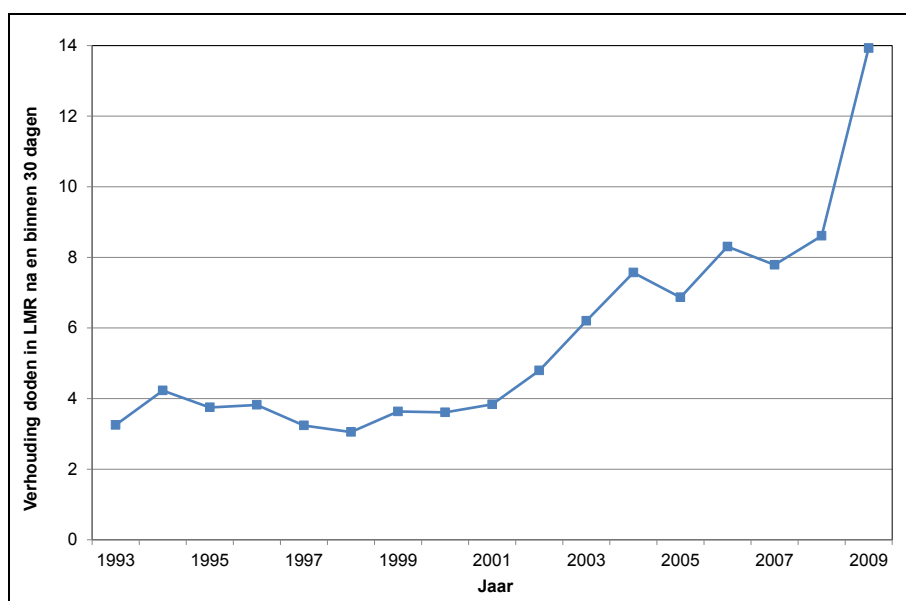
Het is duidelijk dat ook in de ziekenhuizen waarvoor geen records in de LMR gegenereerd zijn, een stijging zichtbaar is van het aantal ernstig verkeersgewonden vanaf 2006. Het ligt dus niet voor de hand dat de toename van gegenereerde records in de LMR, en de correctie daarvoor in de schattingsprocedure van de SWOV, de verklaring is voor deze stijging.

3.2. Ontwikkelingen in de medische zorg

Ontwikkelingen in de medische wetenschap zullen mede bijgedragen hebben aan de daling van het aantal verkeersdoden in Nederland. Immers, verbeteringen in de gezondheidszorg kunnen hebben geleid tot een snellere afname van het aantal verkeersdoden door kortere aanrijtijden van ambulances, ontwikkeling van behandelmethoden die mensen langer (tot na 30 dagen) in leven houden, of zelfs structureel van de dood redden, waar dit vroeger niet gebeurde. Slachtoffers van verkeersongevallen zullen dus minder snel overlijden aan hun verwondingen dan 20 jaar geleden. En als ze toch overlijden, kan dit na 30 dagen zijn, waardoor ze niet meer tot de verkeersdoden worden gerekend. In dit geval worden ze meegeteld bij de

ernstig verkeersgewonden (als ze tenminste een MAIS van 2 of hoger hadden).

Om na te gaan of slachtoffers vaker na 30 dagen overlijden dan binnen 30 dagen hebben we gekeken naar alle slachtoffers (dus ook van niet-verkeersongevallen) in de LMR die in het ziekenhuis zijn overleden. In *Afbeelding 3.2* is de verhouding weergegeven tussen de slachtoffers die na 30 dagen zijn overleden en de slachtoffers die binnen 30 dagen zijn overleden. In de periode 1993-2001 overleden er 3 à 4 keer zoveel patiënten in de LMR ná 30 dagen dan binnen de 30 dagen; in de jaren 2002-2008 stijgt dit tot 8 keer zo veel, en in 2009 is er een plotseling stijging naar 14 keer zoveel. Het lijkt er dus op dat de medische wetenschap mensen na het oplopen van letsel steeds langer in leven weet te houden.



Afbeelding 3.2. De verhouding tussen het aantal patiënten in de LMR die na 30 dagen en binnen 30 dagen overleden zijn.

Ontwikkelingen in de medische zorg zoals de invoering van prehospitala Mobile Medische Teams 24/7 en centralisatie van zorg (verdeling van patiënten over specifieke ziekenhuizen naar letselernst) hebben ertoe geleid dat er steeds minder mensen overlijden aan hun verwondingen. Zij kunnen er ook toe bijgedragen hebben dat mensen die vroeger op straat overleden, nu zwaargewond naar het ziekenhuis worden gebracht, en mensen die vroeger als ernstig gewond werden beschouwd nu als lichter gewond beschouwd worden. Hieronder wordt uitgelegd waarom dat mogelijke effect van verbeteringen in de zorg niet zichtbaar is in de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden.

Een ernstig verkeersgewonde is een slachtoffer van een verkeersongeval die als gevolg daarvan opgenomen is in een ziekenhuis en een letselernst, uitgedrukt in MAIS, heeft van ten minste 2 en niet binnen 30 dagen na het ongeval aan de gevolgen daarvan is overleden. De MAIS is een internationaal gebruikte maat om de ernst van letsel aan te duiden. Er zijn zes ernstcategorieën: 1. Licht; 2. Matig; 3. Ernstig; 4. Zwaar; 5. Levensgevaarlijk; 6. Dodelijk.

De MAIS van (ernstig) verkeersgewonden wordt door de SWOV bepaald op basis van de letsels die voor alle patiënten in de Landelijke Medische Registratie (LMR) gecodeerd zijn. Dit is het bestand dat de SWOV gebruikt als basis voor de bepaling van het aantal ernstig verkeersgewonden in Nederland. De letsels zijn gecodeerd volgens ICD9, de Classificatie van Ziekten 1980 (SIG, 1988). Met het softwareprogramma ICDmap90 (Johns Hopkins University, 1998) worden de letselcodes omgezet in AIS-coderingen (de MAIS is de hoogste AIS-codering per patiënt). Het gaat hier om de AIS-coderingen uit 1990. Er geldt daarom dat ernstig verkeersgewonden een letselernst hebben die in 1990 op minimaal 2 gescoord werd.

Van de AIS-codering zijn sinds 1990 twee nieuwe versies verschenen, namelijk in 1998 en 2005. Sommige letsels krijgen een lagere en enkele een hogere AIS toegekend volgens de codering uit 2005 dan volgens de codering uit 1990. Hier zijn twee verklaringen voor:

- Medische ontwikkelingen hebben ertoe geleid dat sommige letsels en ziekten beter behandelbaar zijn en daardoor in 2005 als minder ernstig beschouwd worden dan in 1990.
- Het inzicht in de ernst van het letsel is veranderd zonder dat de letselernst zelf veranderd is (er zijn geen nieuwe behandelmethoden).

Het eerste punt zou een rol kunnen spelen in de verschillen tussen de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden. Immers, in het aantal ernstig verkeersgewonden zijn verbeteringen in de gezondheidszorg niet meegenomen, terwijl een deel van de daling van het aantal verkeersdoden waarschijnlijk komt door deze verbeteringen.

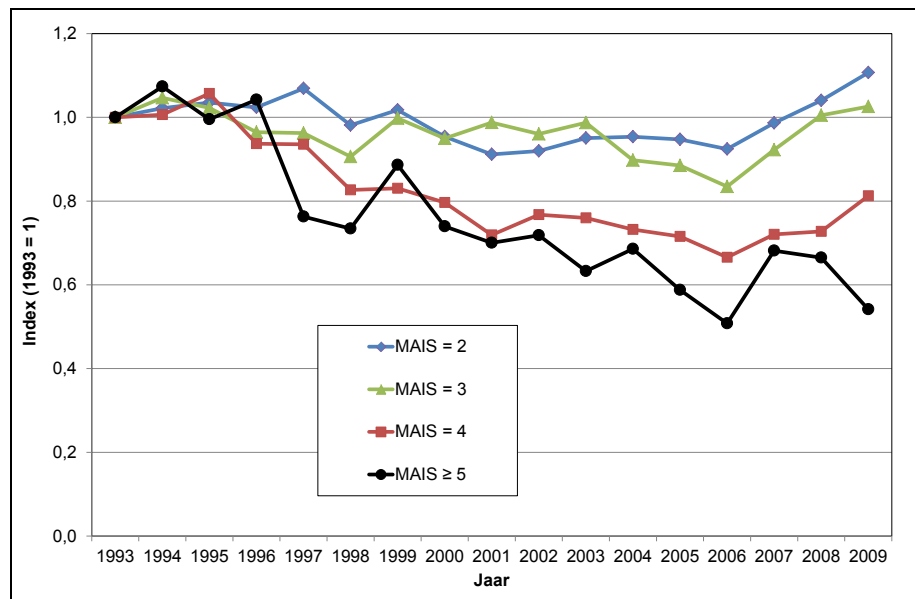
Er is nog geen software beschikbaar die ICD9-coderingen om kan zetten naar recentere AIS-versies. Het is dus vooralsnog niet mogelijk het aantal ernstig verkeersgewonden te bepalen zodat het letsel volgens de recentste AIS-codering ten minste 2 is. Om een idee te krijgen van het effect van nieuwe AIS-coderingen op de schatting van het aantal ernstig verkeersgewonden, hebben Reurings & Bos (2009) een handmatige analyse uitgevoerd. Zij vonden twee bij verkeersslachtoffers veel voorkomende letsels die in 1990 nog een AIS van 2 kregen, maar in 2005 als 1 gescoord worden. Dit zijn 850.0 (hersenschudding zonder bewustzijnsverlies) en 850.9 (hersenschudding, niet nader omschreven). Sinds 2005 hebben jaarlijks ongeveer 1.600 ernstig verkeersgewonden dit letsel (en geen ernstiger letsel), waaruit we af kunnen leiden dat het aantal ernstig verkeersgewonden in de laatste jaren minstens 1.600 lager zou zijn wanneer de AIS-codering uit 2005 gebruikt wordt.

Reurings & Bos (2009) merken op dat de stijging die het aantal ernstig verkeersgewonden de laatste jaren laat zien, hiermee niet verdwijnt. Er zou een plotselinge daling in 2005 zijn, maar de stijging in de jaren daarna zou in absolute aantallen net zo groot zijn als nu het geval is. Het is overigens niet bekend of de herwaardering van 850.0 en 850.9 komt door medische ontwikkelingen of door verbeterd inzicht in letselernst.

Schmidt (2011) heeft onderzoek uitgevoerd naar zwaargewonde verkeersslachtoffers in Duitsland. Daaruit bleek dat het aantal zwaargewonden ($ISS^2 \geq 9$) geen daling laat zien, in tegenstelling tot het aantal verkeersdoden en in

² ISS staat voor Injury Severity Score. Het is de som van de kwadraten van de drie hoogste AIS-scores per slachtoffer.

het ziekenhuis opgenomen gewonden. Als verklaring hiervoor noemt Schmidt (2011) verbeteringen in de intensieve medische verzorging, waardoor slachtoffers die vroeger nog overleden zouden zijn, nu 'slechts' zwaargewond zijn. Om na te gaan of dit ook in Nederland het geval is, hebben we *Afbeelding 3.3* gemaakt. In deze afbeelding is de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden in Nederland per letselernst weergegeven. Het gaat hier om de aantallen geïndexeerd op 1 in 1993. Het is duidelijk dat de verkeersgewonden met een MAIS groter dan 4 een sterkere daling laten zien dan die met een MAIS gelijk aan 2 of 3. Deze daling is waarschijnlijk nog sterker als de recentste AIS-codering gebruikt zou worden. De verklaring die in Duitsland gevonden is, lijkt in Nederland niet te gelden.



Afbeelding 3.3. Het aantal ernstig verkeersgewonden per letselernst in 1993-2009, waarbij het aantal geïndexeerd is op 1 in 1993.

3.3. Algemene toename van het aantal ziekenhuisopnamen

Het is algemeen bekend dat het aantal ziekenhuisopnamen de laatste jaren stijgt, en niet alleen het aantal ziekenhuisopnamen als gevolg van verkeersongevallen. In het Nationaal Kompas Volksgezondheid stelt het RIVM dat in 1995 nog 9,8% van de Nederlandse bevolking in een ziekenhuis werd opgenomen, maar dat dit is opgelopen tot 11,5% in 2005 (De Bruin, Verweij & Van Wieren, 2008). De stijging van het aantal ziekenhuisopnamen vanaf 2002 kan volgens het RIVM voor een deel worden toegeschreven aan de uitvoering van het actieplan *Zorg Verzekerd* van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS, 2000). Dit actieplan was erop gericht de wachtlijsten in de ziekenhuiszorg te verkorten door extra geld ter beschikking te stellen. Aangezien ernstig verkeersgewonden over het algemeen niet op een wachtlijst staan voor ze opgenomen worden, kan de stijging (of stagnatie van de daling) van het aantal ernstig verkeersgewonden niet aan dit actieplan toegeschreven worden.

Een andere mogelijke verklaring voor de algemene toename van het aantal ziekenhuisopnamen wordt geopperd in onder andere een studie van Van de

Vijssel (2009), namelijk nieuwe behandel- en onderzoeksmogelijkheden en andere indicatiecriteria. Deze kunnen ook een rol spelen bij de toename van ernstig verkeersgewonden. Door nieuwe onderzoeks- en diagnose-mogelijkheden kunnen letsels beter herkend worden, waardoor slachtoffers minder vaak met een, achteraf gezien, ernstig letsel naar huis gestuurd worden. Andere indicatiecriteria kunnen ertoe leiden dat tegenwoordig slachtoffers überhaupt eerder opgenomen worden dan vroeger. Van Kampen (2007a) heeft laten zien dat dit inderdaad gebeurt. Dus terwijl de verkeersonveiligheid objectief gezien afneemt, neemt het aantal waargenomen verkeersslachtoffers minder af, omdat er nu slachtoffers worden opgenomen in het ziekenhuis die vroeger aanvankelijk alleen spoedeisende hulp ontvingen. Een deel van hen kan onverhoopt een zwaarder letsel blijken te hebben opgelopen dan men zonder opname vermoed zou hebben.

Het omgekeerde gebeurt overigens ook: sommige slachtoffers worden na behandeling op de SEH ter observatie opgenomen in het ziekenhuis, zonder dat daarna blijkt dat er sprake was van letsel. Dit heeft echter geen invloed op de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden, omdat deze achteraf geen letselernst van ten minste 2 hebben en dus niet meegenomen worden in de bepaling van het aantal ernstig verkeersgewonden. De uiteindelijke letselernst wordt immers pas bepaald op het moment dat alle gegevens bekend zijn. De slachtoffers die minder zwaargewond zijn dan men aanvankelijk dacht, worden dus uiteindelijk met een licht letsel gekwalificeerd, en werden dat vroeger ook.

Ten slotte bekijken we in deze paragraaf nog of de invoering van diagnose-behandelcombinaties (DBC's) geleid kan hebben tot de toename van het aantal ernstig verkeersgewonden (Hasaart, 2011). De DBC-systematiek is in 2005 ingevoerd als nieuwe vorm van ziekenhuisfinanciering. Een DBC is dan een weergave van alle activiteiten en verrichtingen die een patiënt in het ziekenhuis doorloopt gedurende een vastgestelde periode, waarbij voor een chronische aandoening voor deze periode één jaar wordt gerekend. Hoe meer DBC's er gecodeerd worden, hoe meer geld een ziekenhuis of medisch specialist kan declareren. De vraag is dan ook of de stijging sinds 2005 van het aantal ernstig verkeersgewonden het gevolg is van de invoering van de DBC-systematiek. Worden slachtoffers die vroeger naar huis gestuurd werden nu wel opgenomen om daar geld voor te kunnen vangen? Dit ligt niet voor hand. Immers, alle DBC's zijn verdeeld in twee segmenten. Het zogeheten A-segment bevat alle DBC's waarvoor vaste prijzen gelden, die bepaald zijn door de overheid. In dit segment vindt er geen prijscompetitie plaats tussen ziekenhuizen. Voor de DBC's in het B-segment gebeurt dit wel. Ziekenhuizen en zorgverzekeraars onderhandelen over deze prijzen die ziekenhuizen per DBC vergoed krijgen. De financiering van de DBC's in het A-segment is nog hetzelfde als voor invoering van de DBC's: ziekenhuizen krijgen een vast bedrag per jaar voor deze DBC's. Aangezien traumazorg in het A-segment valt, kan de invoering van de DBC-systematiek niet een oorzaak zijn van het toegenomen aantal ernstig verkeersgewonden.

3.4. **Betere registratie in LMR**

Reurings & Bos (2012) stellen in hun rapport vast dat de registratie in de LMR steeds beter is geworden, althans in het deel van de LMR dat de

SWOV ontvangt. Zij constateerden dat steeds minder vaak de E-codes³ gebruikt worden die letsels met een externe, maar onbekende, oorzaak aangegeven. Deze verbeterde registratie heeft geen invloed op het geschatte aantal ernstig verkeersgewonden, omdat in het schattingsproces al rekening wordt gehouden met het feit dat sommige ernstig verkeersgewonden in de LMR geen verkeers-E-code hebben gekregen.

Wanneer de ziekenhuisregistratie echter over het algemeen beter is geworden (wat waarschijnlijk wel het geval is, mede als gevolg van het toegenomen gebruik van elektronische patiëntendossiers), dan kan dat wel invloed gehad hebben op het geschatte aantal ernstig verkeersgewonden. Immers, hierdoor zal de uiteindelijke registratie van patiënten in de gehele LMR ook beter zijn, ook in het deel dat niet ter beschikking staat van de SWOV. Als dit er toe leidt dat slachtoffers van verkeersongevallen vaker dan in eerdere jaren een E-code krijgen die betrekking heeft op een verkeersongeval of in ieder geval binnen de selectie valt die de SWOV ontvangt, dan heeft dat inderdaad een rol gespeeld in de toename van het aantal ernstig verkeersgewonden de laatste jaren. Of en in welke mate dit het geval is, is met de bij de SWOV beschikbare bestanden niet na te gaan.

Het omgekeerde kan ook gebeuren natuurlijk, namelijk dat patiënten die eerder (foutief) een verkeers-E-code gekregen zouden hebben, tegenwoordig een correcte E-code krijgen. Dit ligt echter minder voor de hand. Verkeers-E-codes zijn zeer specifieke E-codes die niet snel foutief aan patiënten gegeven worden die geen verkeersongeval hebben gehad.

Met de bestanden die de SWOV tot haar beschikking heeft, is helaas niet na te gaan in hoeverre een verbeterde registratie in de LMR een rol gespeeld kan hebben in de toename van het aantal ernstig verkeersgewonden.

3.5. Conclusies

In dit hoofdstuk zijn enkele mogelijke verklaringen besproken binnen de medische wereld voor de verschillen in ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en het aantal ernstig verkeersgewonden. Een belangrijke mogelijke verklaring is te vinden in de AIS-codering die de SWOV gebruikt. Deze stamt uit 1990 en houdt geen rekening met medische verbeteringen die leiden tot een lagere AIS-codering voor hetzelfde letsel. De veronderstelling is dat deze medische ontwikkelingen wel hebben bijgedragen aan de daling van het aantal verkeersdoden, maar helaas kan dit met de bij ons beschikbare data niet aangetoond worden.

Daarnaast is er in het algemeen sprake van een toename van het aantal ziekenhuisopnamen, niet alleen als gevolg van verkeersongevallen. Deze algemene toename komt deels door de uitvoering van het actieplan *Zorg Verzekerd* van het ministerie van VWS (VWS, 2000), dat erop gericht is de wachtlijsten in de ziekenhuiszorg weg te werken. Dit kan echter geen verklaring zijn voor de toename van het aantal ernstig verkeersgewonden,

³ In de LMR worden de diagnoses van ziektes en letsels beschreven met zogeheten ICD9-cm-codes (SIG, 1988). Wanneer een letsel het gevolg is van een externe oorzaak, zoals een ongeval of vergiftiging, dan wordt met speciale typen ICD9-cm-codes, de zogeheten E-codes, het type ongeval of vergiftiging aangegeven. Voor verkeersongevallen zijn er verschillende E-codes beschikbaar, die zowel het type ongeval beschrijven als de vervoerswijze van de patiënt.

aangezien zij over het algemeen niet op een wachtlijst staan voor ze opgenomen worden. Een andere mogelijke verklaring voor de algemene toename van het aantal ziekenhuisopnamen zijn nieuwe behandel- en onderzoeksmogelijkheden en andere indicatiecriteria. Dit kan ook een rol spelen bij de toename van ernstig verkeersgewonden.

Ten slotte noemen we als mogelijke verklaring van de stijging van het (geschatte) aantal ernstig verkeersgewonden de steeds betere ziekenhuisregistratie, mede als gevolg van het toenemende gebruik van elektronische patiëntendossiers. Hierdoor zal de uiteindelijke registratie van patiënten in de LMR ook beter zijn. Als dit ertoe leidt dat slachtoffers van verkeersongevallen vaker dan in eerdere jaren een E-code krijgen die betrekking heeft op een verkeersongeval of in ieder geval binnen de selectie valt die de SWOV ontvangt, dan heeft dat inderdaad een rol gespeeld in de toename van het aantal ernstig verkeersgewonden de laatste jaren. Of en in welke mate dit het geval is, is met de bij de SWOV beschikbare bestanden niet na te gaan.

4. Onderbouwing analysemethode

In dit rapport bekijken we de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden voor verschillende groepen verkeersdeelnemers. In *Paragraaf 4.1* wordt uitgelegd waarom er voor deze aanpak is gekozen. Vervolgens wordt in *Paragraaf 4.2* aannemelijk gemaakt wat het effect is van lagere botsnelheden op de verhouding tussen het aantal doden en ernstig verkeersgewonden. Dit is voor het onderhavige onderzoek relevant, omdat door het invoeren van Zones 30 en Zones 60 en het aanleggen van rotondes en snelheidsremmers, botsingen tussen verkeersdeelnemers bij lagere snelheden zullen plaatsvinden. Ingeval dit leidt tot een andere verhouding tussen het aantal doden en ernstig verkeersgewonden, zal dit dus leiden tot verschillen in ontwikkeling. Ten slotte wordt in *Paragraaf 4.3* uitgelegd waarom voor de analyse in dit rapport de slachtoffers verdeeld zijn in groepen op basis van vervoerswijze en leeftijd en niet op basis van andere kenmerken.

4.1. De verhouding tussen het aantal verkeersdoden en -gewonden

Bij bepaalde verkeersongevallen vallen relatief meer doden dan bij andere verkeersongevallen. Een bekend voorbeeld wordt gevormd door ongevallen waarbij motorvoertuigen betrokken zijn en ongevallen waarbij dat niet zo is. Bij dit laatste type ongevallen zijn zelden of nooit doden te betreuren, maar wel leiden ze tot een stijgend aantal ernstig verkeersgewonden, zoals we in *Paragraaf 1.1* gezien hebben. De verhouding tussen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden als gevolg van motorvoertuigongevallen ligt anders: er komen relatief meer mensen om het leven en er raken er relatief minder ernstig gewond. Bovendien laten voor dit type ongevallen beide typen slachtoffers een daling zien, in ieder geval tot en met 2006.

Wanneer maatregelen getroffen worden die voornamelijk gericht zijn op het voorkomen van motorvoertuigongevallen, dan worden de niet-motorvoertuigongevallen nauwelijks voorkómen. De ernstig verkeersgewonden die hierbij vallen gaan dan uiteindelijk de overhand nemen, waardoor ook het totaal aantal ernstig verkeersgewonden (dus in beide ongevalstypen) een stijging laat zien, terwijl het totaal aantal doden daalt. Dit komt doordat de omvang van de ene groep (met relatief veel doden) afneemt, terwijl de omvang van de andere groep (met veel gewonden) dat niet doet of zelfs toeneemt. Hale (2006) pleit in een artikel ook voor het uit elkaar houden van verschillende typen ongevallen.

Bovenstaand voorbeeld kan voor algemene gevallen als volgt in formules geschreven worden. Stel dat er twee groepen ongevallen (1 en 2) zijn, met in jaar t een aantal doden $D_1(t)$ en $D_2(t)$ respectievelijk, en een aantal ernstig verkeersgewonden $G_1(t)$ en $G_2(t)$. Dan zijn de verhoudingen $r_1(t)$ en $r_2(t)$ tussen het aantal doden en ernstig verkeersgewonden gelijk aan:

$$r_1(t) = D_1(t)/G_1(t) \text{ en } r_2(t) = D_2(t)/G_2(t) \quad (3.1)$$

Wanneer nu, in een extreem voorbeeld, voor ieder jaar t geldt dat $D_1(t)$ veel groter is dan $D_2(t)$ en $G_1(t)$ veel kleiner is dan $G_2(t)$, dan wordt het totaal aantal doden $D(t) = D_1(t) + D_2(t)$ gedomineerd door $D_1(t)$, en het totaal aantal

ernstig verkeersgewonden $G(t) = G_1(t) + G_2(t)$ door $G_2(t)$. De verhouding $r(t)$ tussen het aantal doden en ernstig verkeersgewonden in jaar t kan dan benaderd worden als

$$r(t) \approx D_1(t)/G_2(t) \quad (3.2)$$

Stel nu dat het aantal ongevallen in de loop van de tijd verschuift van de eerste naar de tweede groep. Het aantal ongevallen in de eerste groep neemt dan af, terwijl het in de tweede groep stijgt. Dat levert een dalende verhouding op tussen het aantal doden en gewonden.

In dit onderzoek zoeken we verklaringen voor de afwijkende ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden ten opzichte van die van het aantal verkeersdoden. Hierbij maken we als volgt van bovenstaande theorie gebruik. We verdelen de verkeersslachtoffers in bepaalde groepen en bekijken dan per groep de ontwikkeling van het aantal doden en het aantal ernstig verkeersgewonden. Wanneer daarin geen verschil is vast te stellen, valt er niets te verklaren. Wanneer er wel een duidelijk verschil in ontwikkeling is, gaan we na of en hoe deze groep verkeersslachtoffers in twee (of meer) subgroepen verdeeld kan worden zodat:

- in de ene subgroep de verhouding tussen het aantal verkeersdoden en verkeersgewonden groter is dan die in andere subgroep;
- het aannemelijk gemaakt kan worden dat er maatregelen genomen zijn of andere ontwikkelingen zijn geweest die meer effect hebben gehad op de ene subgroep dan op de andere.

Wat hierbij onder 'subgroepen' kan worden verstaan, kan ruim worden geïnterpreteerd. Zo kunnen botsingen tussen een auto en een voetganger bij 50 km/uur of bij 30 km/uur worden gezien als verschillende typen ongevallen. Hier wordt in *Paragraaf 4.2* verder op ingegaan.

We hebben ervoor gekozen om in de eerste stap in de analyse te kiezen voor groepen slachtoffers op basis van vervoerswijze en leeftijd. In *Paragraaf 4.3* wordt deze keuze nader toegelicht.

4.2. Het effect van een lagere botssnelheid

Belangrijke veranderingen in het Nederlandse verkeer- en vervoersysteem zijn de invoering van Duurzaam Veilig (Weijermars & Van Schagen, 2009). Veel Duurzaam Veilig-maatregelen hebben geleid tot minder conflicten tussen snel- en langzaam verkeer, maar ook, voor zover de conflicten niet konden worden vermeden, tot een groter aandeel conflicten bij lage snelheid. Er zijn nu meer woonstraten met een snelheidslimiet van 30 km/uur in plaats van 50 km/uur. Buiten de bebouwde kom hebben veel erftoegangswegen nu een snelheidslimiet van 60 km/uur en niet van 80 km/uur.

Wanneer er als gevolg van deze maatregelen minder ongevallen gebeuren bij hoge snelheid (en daarmee meer bij lage snelheid), is die verschuiving in theorie ook op te vatten als een verschuiving zoals bedoeld in *Paragraaf 3.1*. Dit heeft tot een lager aantal conflicten op deze wegen geleid, en daarmee tot een lager aantal doden en ernstig verkeersgewonden. Maar heeft het ook de verhouding tussen beide beïnvloed? Met andere woorden: leidt een

lagere snelheid tot een sterkere daling van het aantal verkeersdoden dan van het aantal ernstig verkeersgewonden?

Er zijn verschillende redeneringen te voeren die deze stelling ondersteunen. Ten eerste stelt Nilsson (1982) voor dat het aantal doden op een weg evenredig is met v^4 , en het aantal gewonden met v^3 . Daarbij is v de gemiddeld gereden snelheid op die weg. Nilsson houdt er in zijn theorie rekening mee dat het aantal ongevallen bij een hogere snelheid ook toeneemt. Hieruit volgt dat volgens Nilsson de verhouding tussen het aantal doden en ernstig verkeersgewonden evenredig is met de gemiddelde snelheid.

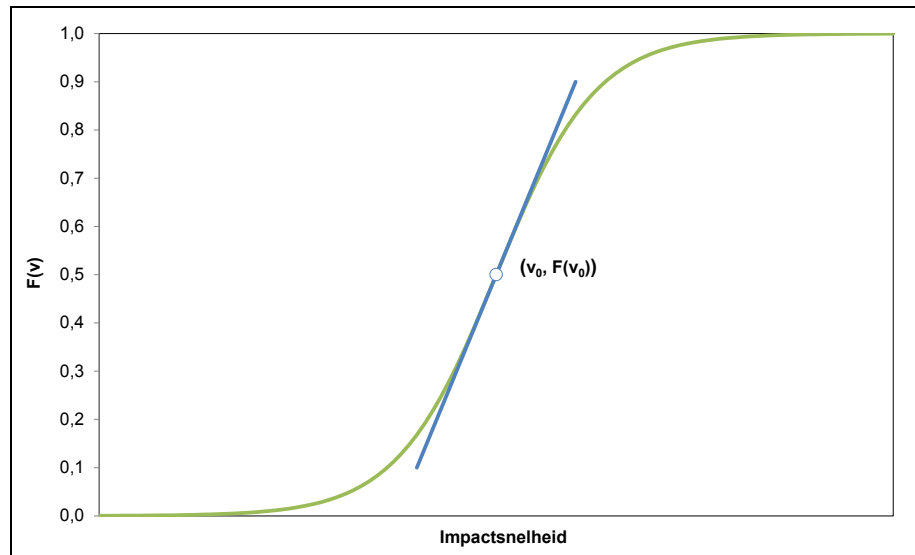
Ten tweede, gegeven een ongeval met impactsnelheid v , zal de kans op overlijden ongeveer als volgt afhangen van de snelheid: bij zeer lage snelheid is de kans op overlijden zo gering, dat we die gelijk kunnen veronderstellen aan nul. Voor zeer hoge snelheden zal een botsing in alle gevallen dodelijk zijn. Daartussen zal de kans op overlijden geleidelijk toenemen met toenemende impactsnelheid. Ook de kans op een verwonding als functie van de impactsnelheid v zal ongeveer hetzelfde verloop hebben, maar dan verschoven naar lagere snelheid. Uiteraard moeten we bij de hogere snelheid corrigeren voor het feit dat de verwondingen dan zo ernstig zijn dat mensen overlijden. Een dergelijk verloop van de met de snelheid toenemende kans op letsel of overlijden, wordt in de literatuur vaak benaderd met een logistische curve.

Logistische functies worden bijvoorbeeld gebruikt door Rosén & Sander (2009) om de kans op overlijden bij een bepaalde impactsnelheid tussen auto en voetganger weer te geven. Een ander voorbeeld wordt gegeven door Yao, Yang & Otte (2008). Zij gebruiken een logistische functie voor de kans op overlijden, gegeven een zekere waarde van de druk in de hersenen en andere parameters die de belasting op de hersenen weergeven.

De logistische functie voor de kans op overlijden bij impactsnelheid v is van de vorm:

$$F(v) = \frac{1}{1 + e^{4\alpha(v_0/v)}} \quad (3.3)$$

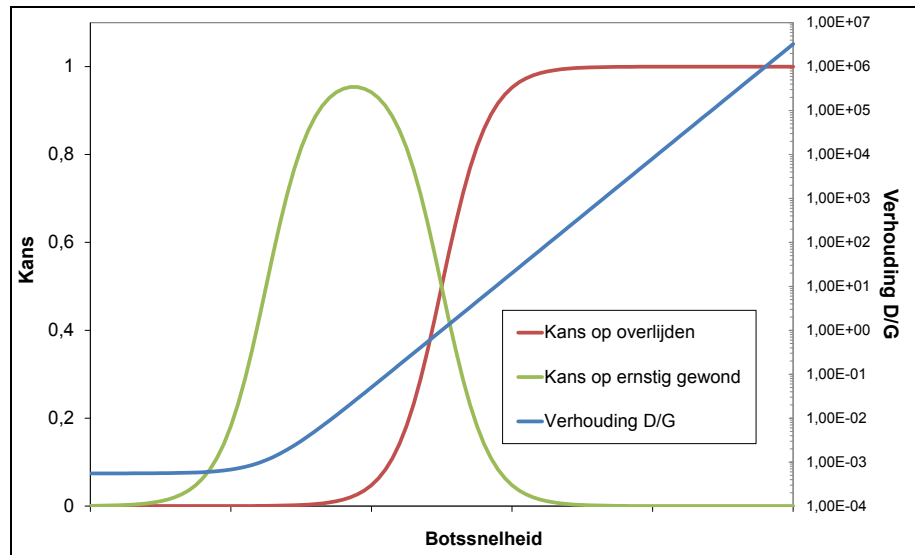
Hier is v_0 de snelheid waarbij $F(v_0) = 1/2$. $F(v)$ is in deze functie symmetrisch rond het punt $(v_0, F(v_0))$. In deze functie is v_0 dus die snelheid waarbij 50% van de slachtoffers overlijdt. De parameter α is de helling van de raaklijn aan $F(v)$ in dit symmetriepunt. De parameter α is de mate waarin een hogere snelheid sneller of minder snel tot meer doden leidt. De parameter is op te vatten als de gevoeligheid van de overlijdenskans op de snelheid. *Afbeelding 4.1* bevat een schematische weergave van de kans om te overlijden, gegeven een bepaalde impactsnelheid.



Afbeelding 4.1. Voorbeeld van een logistische curve, voor de kans op overlijden van een slachtoffer na een aanrijding met een impactsnelheid v .

De veronderstelling dat de kans op overlijden, gegeven een bepaalde impactsnelheid v , oploopt volgens een logistische functie, is verdedigbaar. Bij zeer lage snelheid is die kans verwaarloosbaar, en bij zeer hoge snelheid is de kans op letsel bijna gelijk aan 1. Daartussen is er een gebied waarin de kans het snelste stijgt. Bij een logistische curve ligt dat gebied rond het punt waar de overlijdenskans 0,5 is. In werkelijkheid hoeft dat niet zo te zijn. Voorts is de logistische functie symmetrisch; ook dat hoeft in werkelijkheid niet zo te zijn: de overlijdenskans zou bijvoorbeeld tamelijk plotseling (met toenemende snelheid) kunnen beginnen met oplopen, en bij hoge snelheid pas zeer geleidelijk tot 1 te naderen.

Ook de kans om gewond te raken in een verkeersongeval hangt af van de impactsnelheid. Laten we nu aannemen dat ook de kans op een verwonding verloopt volgens een logistische curve, waarbij de snelheid in het symmetriepunt $(v_0, 0,5)$ en de helling kunnen verschillen van die van de kans om te overlijden. Wanneer we aannemen dat de v_0 voor de kans op een verwonding lager is dan de v_0 voor de kans op overlijden, dan zal er bij voldoende hoge snelheid vaak een verwonding optreden, en soms zelfs overlijden. Als alle slachtoffers (bij zeer hoge snelheid) overlijden, zal niemand meer gewond raken. Een denkbeeldig verloop van de kans op overlijden en verwonding als functie van de snelheid, is weergegeven in *Afbeelding 4.2*. In deze afbeelding is ook de verhouding tussen de kans op overlijden en de kans op ernstig verkeersgewond raken weergegeven. Bij hogere snelheid loopt deze verhouding exponentieel op met toenemende snelheid.



Afbeelding 4.2. Verloop van het aantal doden per gewonde, indien de kans op verwonding en de kans op overlijden bij een zekere impactsnelheid volgens een logistische functie verlopen. De curve voor D/G is berekend uit het denkbeeldig verloop van de beide andere curven.

In de praktijk is de kans om te overlijden van allerlei toevalsfactoren afhankelijk, bijvoorbeeld van de leeftijd van de betrokkene. Ouderen zullen bij dezelfde impactsnelheid eerder gewond raken of overlijden dan jongeren. Dit wordt aannemelijk gemaakt door Rosén, Stigson & Sander (2011) en de literatuur daarin. Dit betekent dat het effect van een lagere snelheid voor ouderen anders kan zijn dan hetzelfde effect op jongeren. Indien de logistische curven van de overlijdenskans voor jongeren systematisch bij een hogere snelheid oplopen dan voor ouderen, maar dit niet of minder geldt voor gewond raken, dan zal in het algemeen, de verhouding dood/gewond voor jongeren lager zijn dan voor ouderen.

4.3. Aanpak van de analyse: zoeken naar relevante groepen

Er zijn allerlei manieren denkbaar om verkeersslachtoffers in groepen te verdelen met hun eigen karakteristieken en met mogelijk elk hun eigen verhouding tussen het aantal doden en gewonden. Gelet op de hierboven beschreven relatie tussen botssnelheid en kans op overlijden of gewond raken, is het gewenst om deze groepen te baseren op de snelheidslimiet van de weg waarop het slachtoffer het ongeval heeft gehad. Hoewel het wegennet slechts langzaam verandert, zijn er wel ontwikkelingen in de snelheidslimiet op wegen. Sinds 1996 is de snelheidslimiet van een flink deel van de weglengte van erftoegangswegen binnen de bebouwde kom gewijzigd van 50 km/uur naar 30 km/uur. Iets soortgelijks is gebeurd met een deel van de wegen met een limiet van 80 km/uur die intussen een limiet hebben van 60 km/uur. Op grond van bovenstaande redenering zal op die wegen het aantal doden sterker zijn afgenomen dan het aantal gewonden.

Helaas is het niet mogelijk om op basis van gegevens over het aantal slachtoffers vast te stellen of die ontwikkeling op die wegen zich inderdaad heeft voorgedaan. Dit heeft diverse redenen:

- Dit vergt een analyse van de ontwikkeling van het aantal slachtoffers op al die wegen waarop de snelheidslimiet is gewijzigd. Het resultaat moet worden vergeleken met wegen waarop de snelheidslimiet niet is gewijzigd. Bij een dergelijke analyse dient rekening te worden gehouden met eventuele veranderingen van de verkeersintensiteit op die wegen gedurende de jaren dat de limieten op die wegen zijn gewijzigd. Dergelijke mobiliteitsgegevens (voor individuele wegen) zijn niet beschikbaar.
- Voor een analyse van het aantal gewonden gebruiken we de gegevens uit de Landelijke Medische Registratie. In deze registratie wordt de ongevalslocatie niet vastgelegd. Van de meeste slachtoffers weten we daarom niet wat de snelheidslimiet was van de weg waarop het ongeval plaatsvond.

In dit rapport is de analyse daarom toegespitst op leeftijd en vervoerwijze. Zowel de ongevalsgegevens als de mobiliteitsgegevens voor deze groepen zijn beschikbaar. Dit wil niet zeggen dat er in de analyses geheel niet gekeken wordt naar snelheidslimiet of wegtype. Zo gaan we bijvoorbeeld voor enkele groepen slachtoffers na of er een verschuiving van hun ongevallen naar Zone 30 of Zone 60 heeft plaatsgevonden. Met andere woorden, in eerste instantie worden de groepen bepaald op basis van vervoerswijze en leeftijd, maar voor nadere analyse worden subgroepen soms bepaald op basis van snelheidslimiet (zie *Paragraaf 4.1*).

5. Analyse naar vervoerswijze en leeftijd

In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en van het aantal ernstig verkeersgewonden uitgesplitst naar vervoerswijze en leeftijdscategorie. Op deze manier hopen we aanknopingspunten te vinden voor mogelijke verklaringen van de verschillen in beide ontwikkelingen. Voor elke vervoerswijze zijn steeds twee typen grafieken gemaakt:

- tijdreeksen van het totaal aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden;
- de jaarlijkse procentuele stijging of daling van het aantal verkeersdoden en het aantal ernstig verkeersgewonden per 100.000 inwoners per leeftijdscategorie.

Voor de analyse zijn de geschatte werkelijke aantallen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden gebruikt, en niet de geregistreerde. Het bleek dat de ontwikkeling van de in BRON geregistreerde aantallen veelal ernstig te leiden had onder afnemende registratiegraad.

De jaarlijkse verandering van het aantal slachtoffers wordt geschat door per leeftijdscategorie een exponentiële trend te veronderstellen. Hierbij wordt er een groeipercentage geschat voor de gehele periode. Om rekening te houden met ontwikkelingen in de bevolkingssamenstelling, waardoor de omvang van leeftijdscategorieën over de tijd verandert, worden schatting niet gedaan voor het aantal slachtoffers maar voor het aantal slachtoffers per 100.000 inwoners.

In *Paragraaf 5.1* wordt eerst naar de ontwikkeling van de totale aantallen slachtoffers gekeken. Daarna wordt deze ontwikkeling uitgesplitst naar vervoerswijze en deze wordt voor de belangrijkste vervoerswijzen besproken met de bovenstaand besproken analyses in *Paragraaf 5.2*.

Niet alleen vervoerswijze en leeftijd, maar ook andere kenmerken van ongevallen of slachtoffers zijn onderzocht, zoals de ontwikkeling van het aantal slachtoffers per seizoen, per dag van de week of per uur van de dag. Deze analyses leverden geen aanknopingspunten op voor een verklaring van verschillen in ontwikkeling tussen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden en worden in dit rapport daarom niet getoond.

5.1. Algemene bevindingen

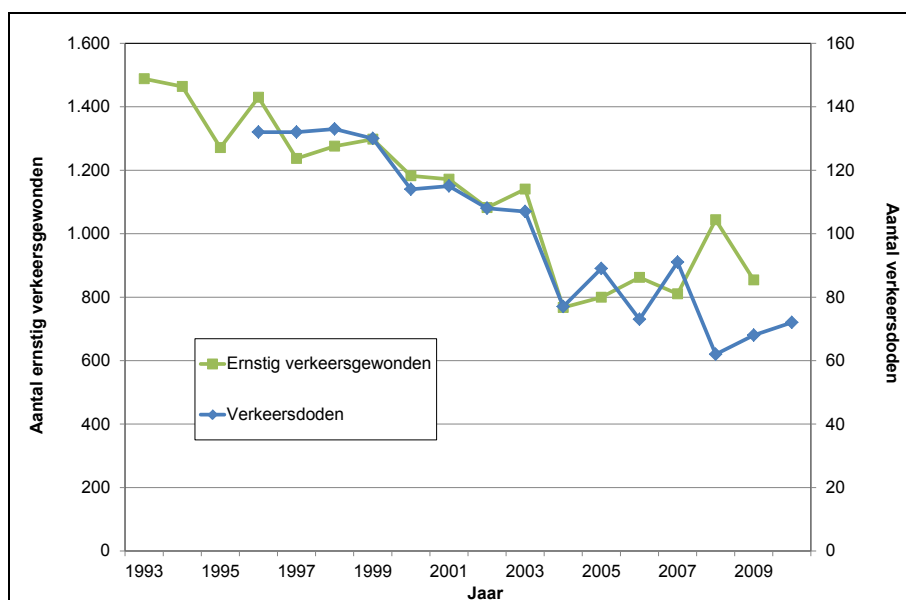
In *Afbeelding 1.1* is het aantal ernstig verkeersgewonden en verkeersdoden weergegeven. Het aantal verkeersdoden wordt sinds 1996 door het CBS bepaald. Vóór dat jaar zijn alleen de aantallen zoals geregistreerd in de politieregistratie BRON beschikbaar. Het is echter bekend dat de registratie van verkeersdoden in BRON niet compleet is. Het aantal ernstig verkeersgewonden wordt door de SWOV geschat door een koppeling van BRON met de Landelijke Medische Registratie (LMR). Het aantal ernstig verkeersgewonden is vanaf 1993 bepaald. Voor 2010 is wel een schatting gemaakt van het totale aantal, maar het was niet mogelijk dit aantal uit te splitsen naar vervoerswijze en leeftijd.

Het verschil in ontwikkeling van beide tijdreeksen is duidelijk zichtbaar. Het aantal verkeersdoden is sinds 1996 met gemiddeld 4,8% per jaar gedaald. De daling van het aantal ernstig verkeersgewonden was tot 2006 slechts 1,2%; na dat jaar is er een plotselinge stijging opgetreden.

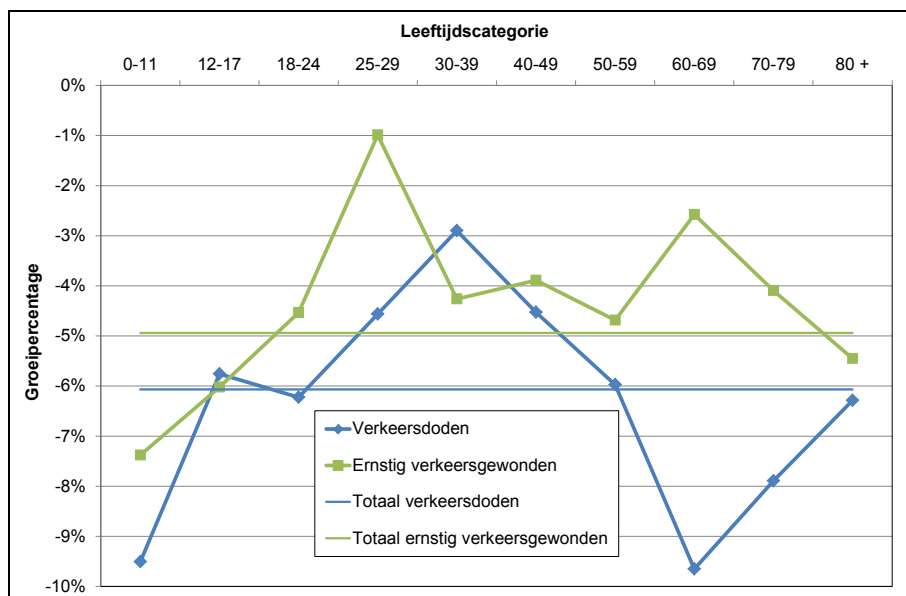
5.2. Bevindingen per vervoerswijze

5.2.1. Voetgangers

In *Afbeelding 5.1* is de ontwikkeling te zien van het aantal verkeersdoden en het aantal ernstig verkeersgewonden onder voetgangers. Beide zijn met gemiddeld 5 á 6% per jaar gedaald. Wanneer we kijken naar de ontwikkeling per leeftijdscategorie (*Afbeelding 5.2*) zijn er wel verschillen zichtbaar. Voor de leeftijdscategorieën 60-69 en 70-79 jaar is te zien dat er een groot verschil in daling van ongeveer 6% optreedt. Het aantal ernstig verkeersgewonden daalt minder snel dan het aantal doden, terwijl bij de overige leeftijden het verschil tussen de 0 en 3% varieert.



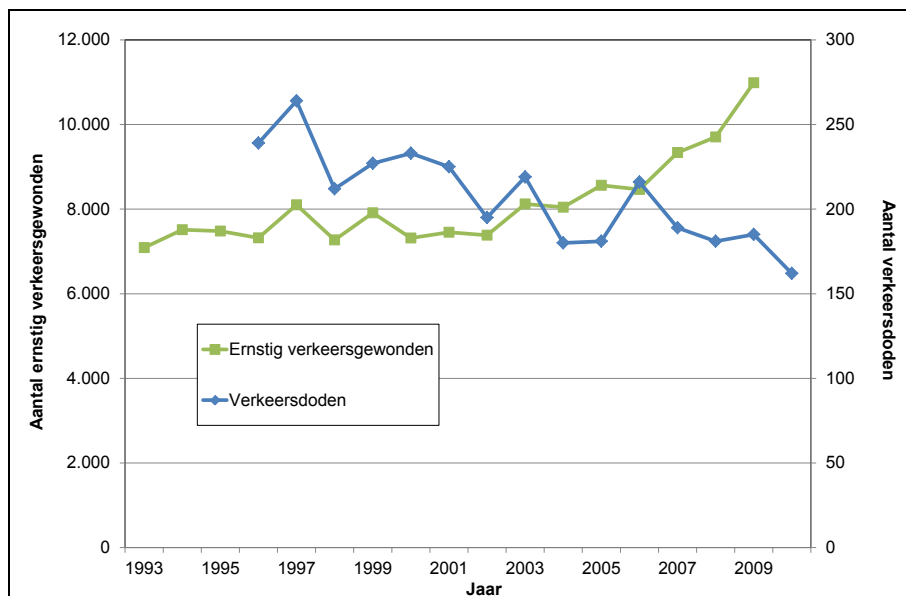
Afbeelding 5.1. Het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder voetgangers in Nederland in 1993-2010 (bronnen: CBS, DHD, DVS).



Afbeelding 5.2. Groeipercentage naar leeftijd voor slachtoffers onder voetgangers, per 100.000 inwoners (bronnen: CBS, DHD, DVS).

5.2.2. Fietsers

In Afbeelding 5.3 is het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder fietsers weergegeven. Terwijl het aantal overleden fietsers een daling laat zien, stijgt het aantal ernstig verkeersgewonden min of meer gedurende de hele periode. Vooral vanaf 2002 is deze stijging duidelijk zichtbaar.

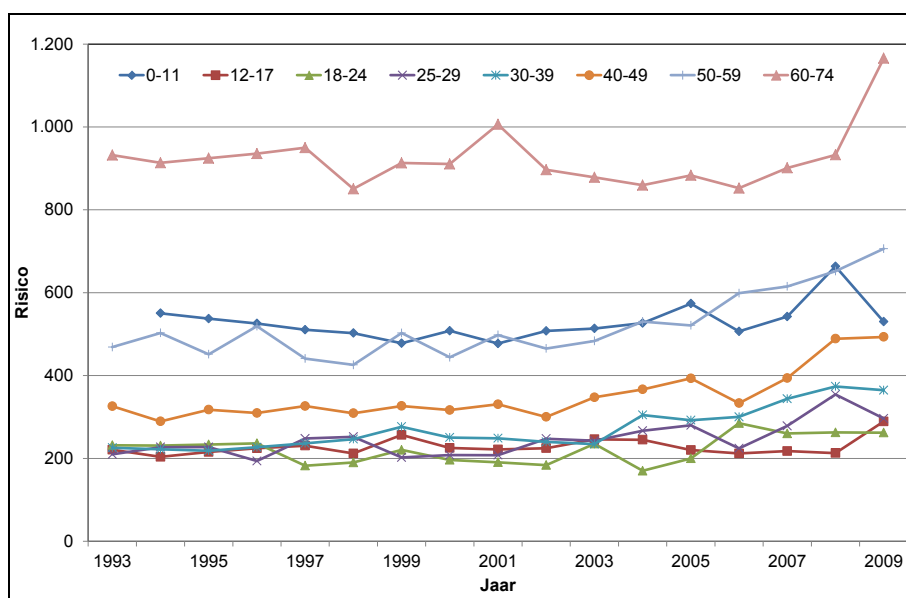


Afbeelding 5.3. Het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder fietsers in Nederland in 1993-2010 (bronnen: CBS, DHD, DVS).

Bij fietsongevallen wordt in de verkeersveiligheid vaak onderscheid gemaakt naar ongevallen waarbij wel een aanrijding met een motorvoertuig heeft plaatsgevonden en ongevallen waarbij dat niet het geval is. De stijging van

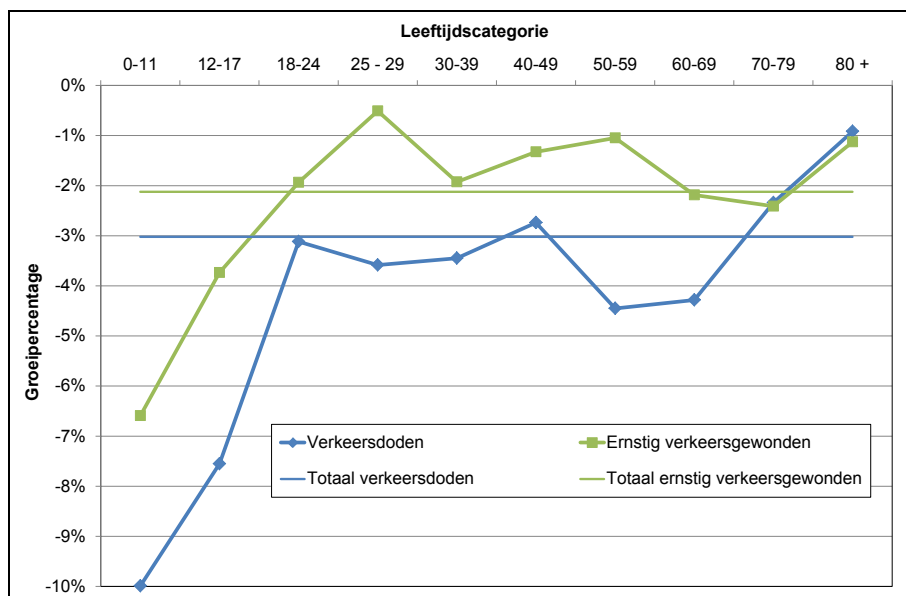
het aantal ernstig verkeersgewonden is alleen terug te vinden bij de ernstig verkeersgewonden in niet-motorvoertuigongevallen. Bij dit type ongeval komen nauwelijks fietsers om het leven, waardoor een vergelijking van beide slachtoffertypen geen zin heeft.

De toename van het aantal ernstig gewonde fietsers in niet-motorvoertuigongevallen kan deels verklaard worden door de toegenomen fietsmobiliteit. Immers, hoe meer er gefietst wordt, hoe meer van dit type ongevallen er zijn. Daarnaast is voornamelijk de fietsmobiliteit toegenomen van de leeftijdscategorieën die al een relatief hoog risico hebben op een dergelijk ongeval, waardoor deze mobiliteitstoename tot een extra toename van het aantal ernstig verkeersgewonden leidt (Van Kampen, 2007b). *Afbeelding 5.4* geeft het risico om als fietser ernstig gewond te raken in een ongeval zonder motorvoertuig per leeftijdscategorie. Het risico is gedefinieerd als het aantal ernstig verkeersgewonden in een leeftijdscategorie gedeeld door de totale afgelegde afstand op de fiets door personen in die leeftijdscategorie. Het risico van fietsers ouder dan 75 jaar is niet weergegeven in deze afbeelding, met het oog op de leesbaarheid; hun risico schommelt rond de 2.500 ernstig verkeersgewonden per miljard reizigerskilometer. Het risico stijgt voor 30-74-jarige fietsers; het risico van jongeren is redelijk constant gebleven.



Afbeelding 5.4. Het risico van fietsers om ernstig gewonden te raken in een niet-motorvoertuigongeval (bronnen: CBS, DHD, DVS).

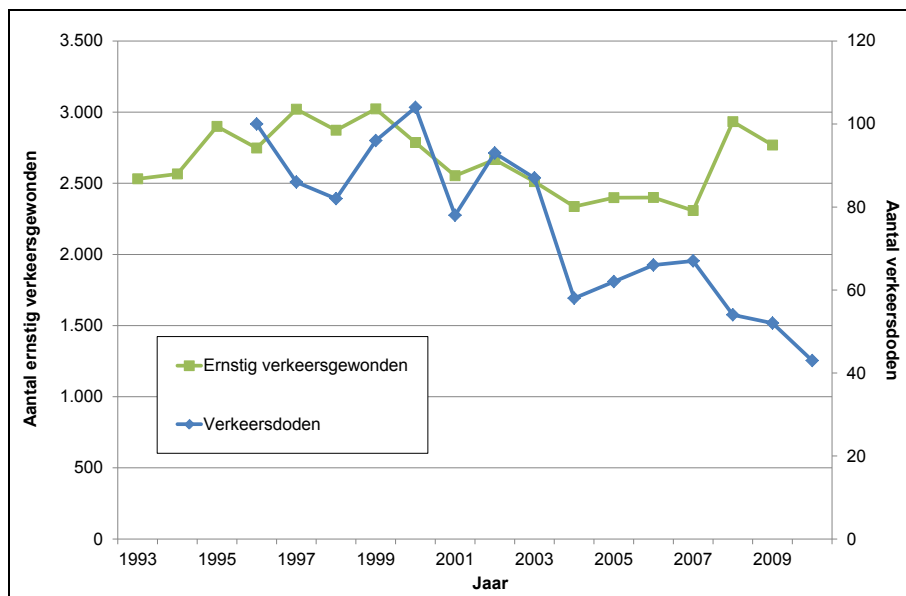
Bij fietsongevallen mét betrokkenheid van een motorvoertuig kan wel een vergelijking gemaakt worden tussen de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en het aantal ernstig verkeersgewonden. In *Afbeelding 5.5* zijn de groeipercentages per leeftijdscategorie weergegeven. De daling van het aantal ernstig verkeersgewonden ligt consequent lager dan die van de verkeersdoden, maar er is geen leeftijdscategorie die eruit springt qua verschil in groeipercentage.



Afbeelding 5.5. Groeipercentage naar leeftijd voor slachtoffers in motorvoertuigongevallen onder fietsers, per 100.000 inwoners (bronnen: CBS, DHD, DVS).

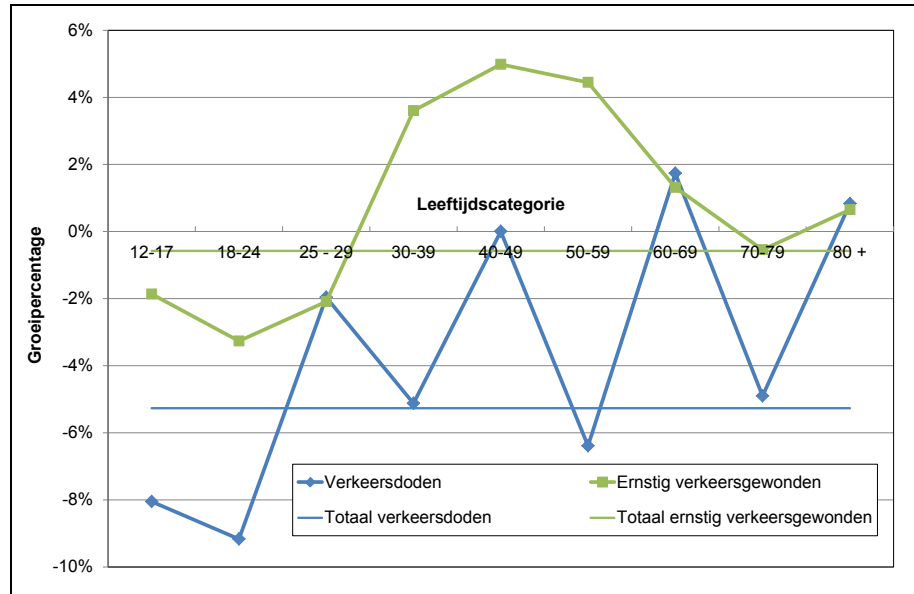
5.2.3. Brom- en snorfiets

Het aantal ernstig verkeersgewonden onder brom- en snorfietsers is weer ongeveer terug op het niveau van de jaren negentig, na een daling tot en met 2007. De gemiddelde jaarlijkse verandering van het aantal ernstig verkeersgewonden is dan ook 0%, wat betekent dat dit aantal dus constant is gebleven. De verkeersdoden laten een daling zien van gemiddeld ongeveer 5% per jaar.



Afbeelding 5.6. Het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder brom- en snorfietsers (bronnen: CBS, DHD, DVS).

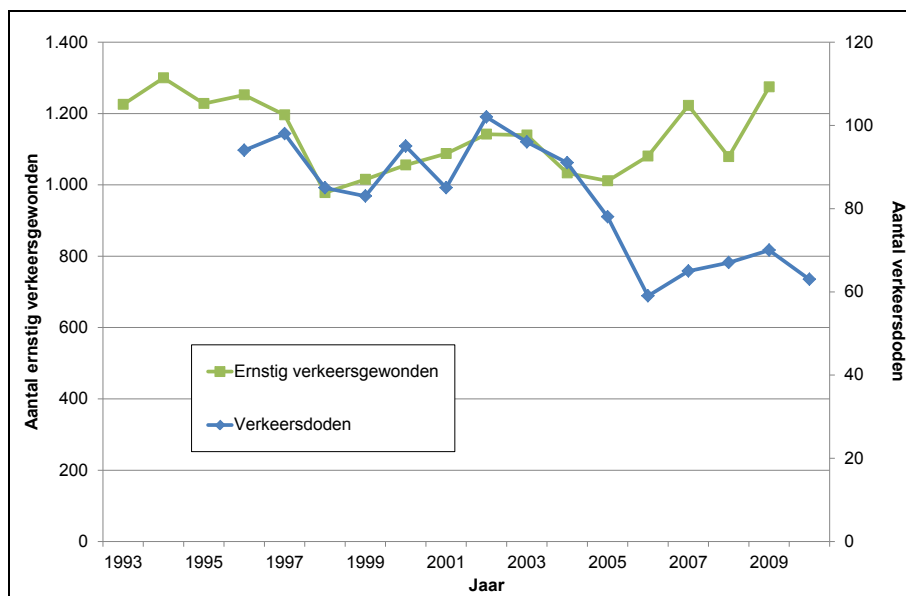
Bij de leeftijdscategorieën 12-24 jaar en 30-59 jaar is er een verschil te zien in het groeipercentage voor verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden, zie *Afbeelding 5.7*. Hoewel alleen personen van 16 jaar en ouder op een brom- of snorfiets mogen rijden, vallen er ook enkele slachtoffers die jonger zijn dan 16 jaar. Vandaar dat in *Afbeelding 5.7* gekeken wordt naar slachtoffers van 12 jaar en ouder. Bij de jongeren die beginnende bestuurders aan het gemotoriseerde verkeer zijn, ligt het verschil in daling rond 6%. Overigens is dit wel een daling, zowel voor doden als voor ernstig verkeersgewonden. In de leeftijdsklasse 30-59 jaar is het verschil in groeipercentage weliswaar ook 6% tot 10%, maar laten de doden een daling en de ernstig verkeersgewonden een stijging zien.



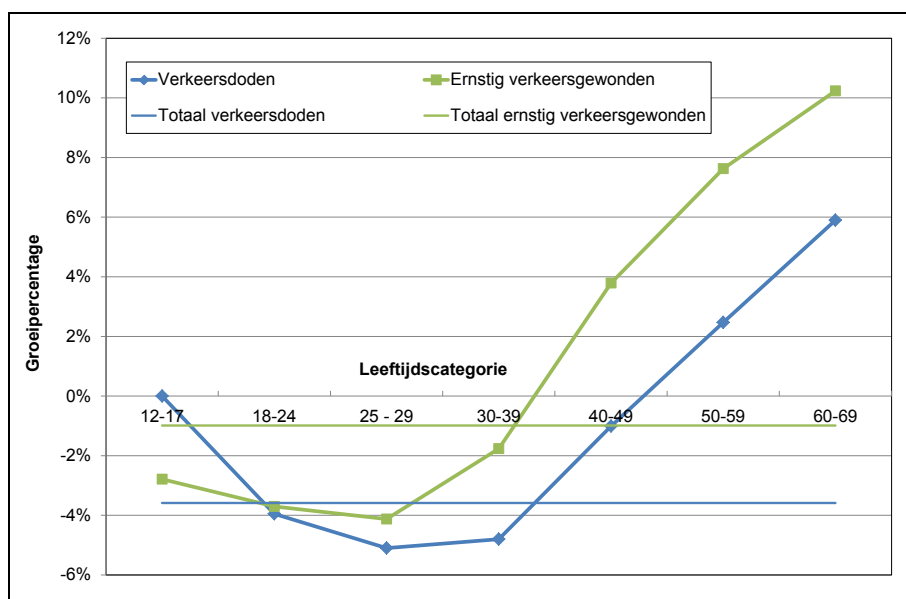
Afbeelding 5.7. Het groeipercentage naar leeftijd voor verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder brom- en snorfietsers (bronnen: CBS, DHD, DVS).

5.2.4. Motorfiets

Het aantal ernstig verkeersgewonden onder motorrijders stijgt de laatste jaren. Het aantal verkeersdoden is in de periode 2002-2006 vrij sterk gedaald. Vanaf 2007 vindt er een lichte stijging plaats. In de groeipercentages (*Afbeelding 5.9*) is te zien dat vanaf 40 jaar het aantal ernstig verkeersgewonden stijgt. Bij de doden is dit vanaf 50 jaar. Voor rijders tot 40 jaar wordt het verschil tussen de ontwikkeling van de ernstig verkeersgewonden en de doden steeds groter naarmate de leeftijd toeneemt, en blijft het ook boven die leeftijd groot.



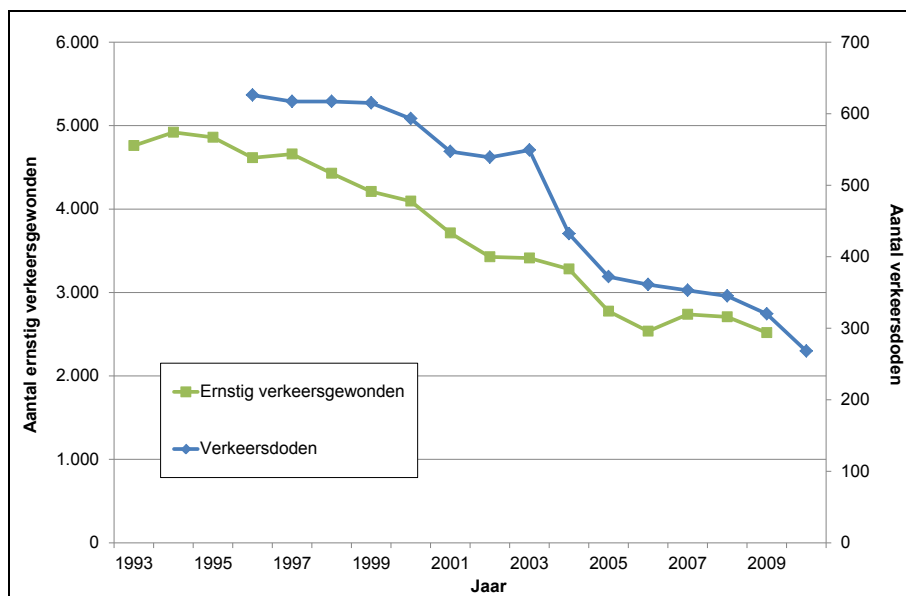
Afbeelding 5.8. Het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder motorfietsers (bronnen: CBS, DHD, DVS).



Afbeelding 5.9. Het groeipercentage naar leeftijd voor verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder motorfietsers (bronnen: CBS, DHD, DVS).

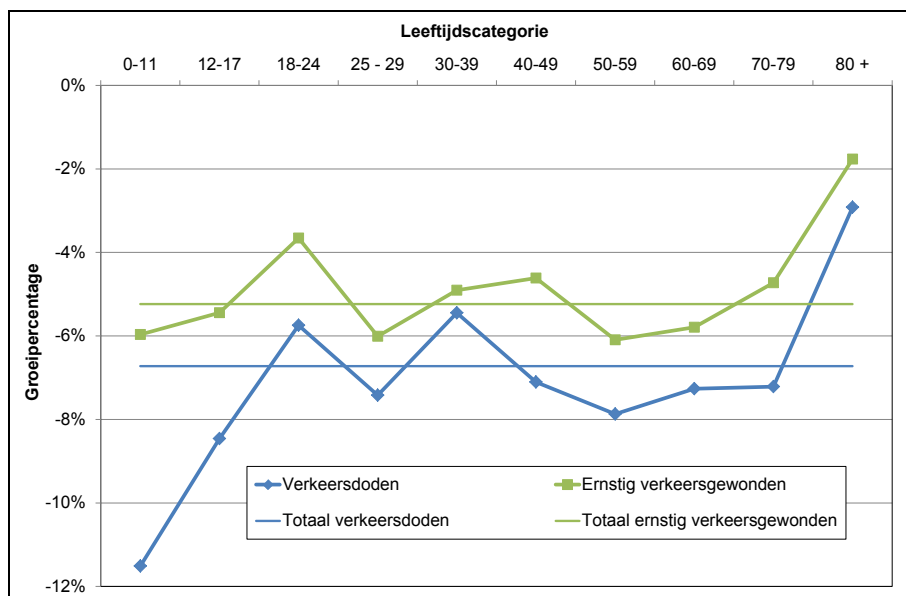
5.2.5. Auto

In deze categorie zijn geen opvallende bevindingen gedaan. In *Afbeelding 5.10* is te zien dat beide slachtoffergroepen geleidelijk zijn gedaald in de periode. De aantallen doden zijn met 6,7% gedaald en de ernstig verkeersgewonden met 5,2%.



Afbeelding 5.10. Het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder auto-inzittenden (bronnen: CBS, DHD, DVS).

Ook als er wordt gekeken naar het groeipercentage, dan is er te zien dat in elke leeftijdsgroep, de daling van de ernstig verkeersgewonden minder sterk is dan die van het aantal doden; voor 0-11 jarigen is het verschil het grootst.



Afbeelding 5.11. Het groeipercentage naar leeftijd voor verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder auto-inzittenden (bronnen: CBS, DHD, DVS).

5.3. Conclusies

In dit hoofdstuk hebben we per vervoerswijze de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden bestudeerd. Daarbij is tevens onderscheid gemaakt naar leeftijd. In *Hoofdstuk 6* zal voor de belangrijkste

van de geconstateerde verschillen gezocht worden naar verklaringen. Het gaat hier om het verschil in ontwikkeling voor de volgende combinaties van vervoerswijze en leeftijd:

- oudere voetgangers (≥ 60 jaar);
- fietsers ouder dan 25 jaar, in niet-motorvoertuigongevallen;
- brom- en snorfietsers van 12-60 jaar;
- motorrijders van 40 jaar en ouder;
- auto-inzittenden.

6. Verklaringen van de verschillen

In *Hoofdstuk 5* zijn voor enkele combinaties van vervoerswijze en leeftijdsgroep verschillen gevonden tussen de ontwikkeling van verkeersdoden en die van ernstig verkeersgewonden. In een SWOV-brede bijeenkomst zijn de gevonden verschillen gepresenteerd en bediscussieerd. Het doel van deze bijeenkomst was om mogelijke verklaringen te vinden voor deze verschillen, evenals mogelijke manieren om te onderzoeken of deze verklaringen waarschijnlijk zijn.

De meest kansrijke verklaringen zijn vervolgens op hun waarschijnlijkheid onderzocht. De resultaten hiervan worden in dit hoofdstuk besproken. Elke combinatie van vervoerswijze en leeftijdsgroep waarvoor de ontwikkeling van ernstig verkeersgewonden en verkeersdoden verschillend zijn, wordt in een aparte paragraaf besproken.

6.1. Voetgangers

6.1.1. *Mensen worden steeds fitter*

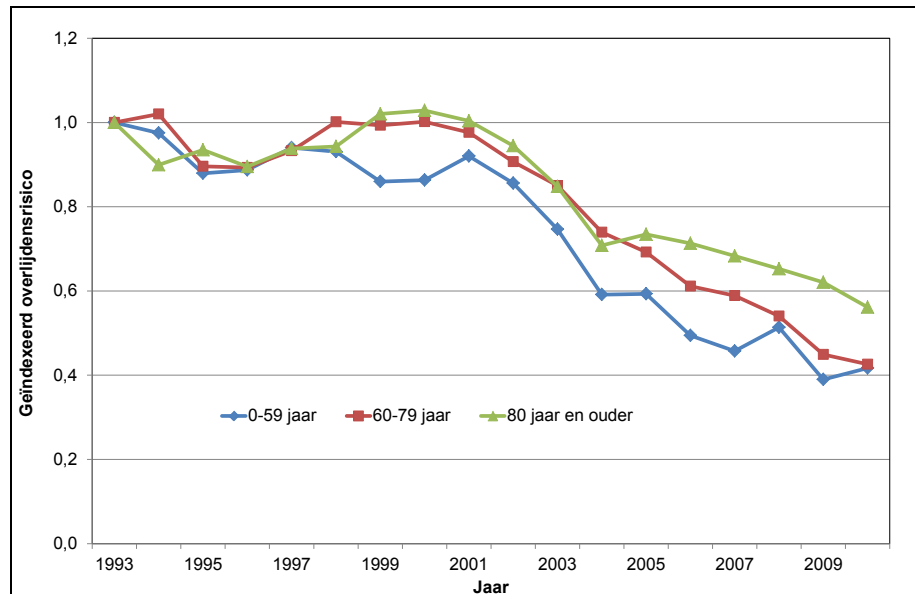
Ouderen worden steeds fitter. Het Sociaal en Cultureel Planbureau stelt in zijn monitor van het ouderenbeleid dat de ouderen van nu fitter zijn dan die van een halve eeuw geleden (Van Campen, 2008). Op basis van het Nationaal Kompas Volksgezondheid van het RIVM kan dezelfde conclusie getrokken worden. Daarin wordt het volgende geconcludeerd:

- De resterende levensverwachting op 65-jarige leeftijd is in de periode 1950-2007 voor mannen toegenomen van 13,7 tot 16,6 jaar en voor vrouwen van 14,2 naar 20,0 jaar (Poos, 2008).
- Tussen 1991 en 2008 is de gezonde levensverwachting (dat is het verwachte aantal levensjaren in goede gezondheid) op 65-jarige leeftijd van Nederlandse mannen gestegen met 4,1 jaar; voor vrouwen was deze toename slechts 0,7 jaar (Bruggink et al., 2010).

De hypothese is nu dat, doordat ouderen steeds fitter zijn, ze minder snel overlijden aan de gevolgen van een verkeersongeval bij dezelfde letselernst. Anders gezegd, ze houden wel hetzelfde letsel over aan een ongeval, maar hun overlevingskansen voor dat letsel zijn gestegen. De waarschijnlijkheid van deze hypothese kunnen we bepalen door na te gaan of ouderen over de jaren inderdaad minder snel overlijden wanneer ze letsel opgelopen hebben. Dit doen we met het LMR-bestand voor 1993-2010 dat aan de SWOV geleverd is. Het gaat hier niet om alle letsels, maar alleen om letselcodes waarbinnen verkeersongevallen voor kunnen komen. Ook de omvangrijke groep 'valongevallen' maakt hier deel van uit.

Afbeelding 6.1 laat de ontwikkeling zien van het overlijdensrisico na letsel van drie leeftijdsgroepen: 0-59 jaar, 60-79 jaar en 80 jaar en ouder. Het overlijdensrisico is hier het aandeel slachtoffers dat overleden is; de grafiek laat dit aandeel gezien geïndexeerd in 1993. Het is inderdaad zo dat 60-79-jarigen minder vaak overlijden nadat ze letsel hebben opgelopen. Dit zou dus ook kunnen gelden voor voetgangers die aangereden zijn door een motorvoertuig. Het ligt echter niet voor de hand dat hierin een verklaring ligt voor het verschil in ontwikkeling tussen verkeersdoden en ernstig verkeers-

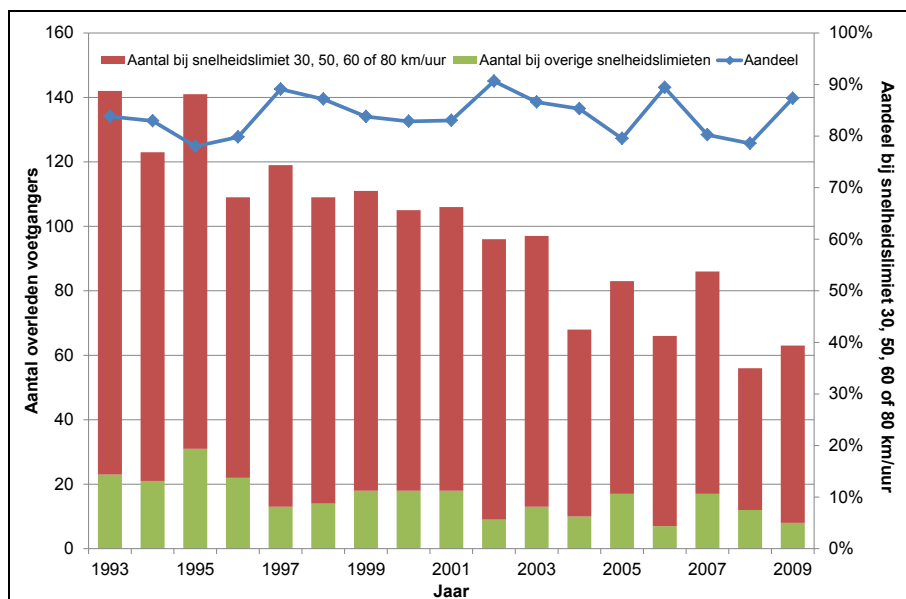
gewonden, omdat het overlijdensrisico van 0-59-jarigen sterker gedaald is en in deze leeftijdsgroep geen verschil in ontwikkeling is waargenomen (zie *Afbeelding 5.2*).



Afbeelding 6.1. Het overlijdensrisico (geïndexeerd op 1 in 1993) van patiënten in het LMR-bestand dat de SWOV ontvangt (bron: DHD).

6.1.2. Oversteekconflicten bij lagere snelheid

In *Paragraaf 4.2* is uitgelegd dat een lagere botsnelheid leidt tot een lagere overlijdenskans, maar niet noodzakelijk tot een lagere letselernst. In de periode 1993-2009 is gemiddeld 84% van de overleden voetgangers aangereden op een weg met een snelheidslimiet van 30, 50, 60 of 80 km/uur, zoals te zien is in *Afbeelding 6.2*. De daling van het aantal verkeersdoden onder voetgangers komt dan ook vooral door de daling van dit aantal op deze wegen (van 119 in 1993 naar 55 in 2009). Dat de verhouding tussen het aantal overleden voetgangers en het aantal ernstig gewonde voetgangers veranderd is, is dus deels toe te schrijven aan de invoering van Zones 30 en Zones 60. Ook het botsvriendelijke autofront zal hierbij een rol gespeeld hebben. Dat dit verschil alleen geconstateerd is voor voetgangers tussen de 60 en 79 jaar, komt doordat het aantal overleden voetgangers in de andere leeftijdscategorieën zo klein is dat een ontwikkeling daarin niet vast te stellen is.



Afbeelding 6.2. Het in BRON geregistreerde aantal verkeersdoden onder voetgangers op wegen met een snelheidslimiet van 30, 50, 60 of 80 km/uur en op de overige wegen, evenals het aandeel overleden voetgangers op de eerste groep wegen (bron: DVS).

6.1.3. Conclusie

Op basis van de analyses in deze paragraaf concluderen we dat het verschil in ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden voor 60-79-jarige voetgangers niet verklaard kan worden vanuit de aanname dat oudere mensen steeds fitter zijn geworden. De verlaging van de maximumsnelheid daar waar voetgangers en motorvoertuigen mengen, volgend uit de invoering van Duurzaam Veilig, is daarentegen wel een mogelijke verklaring. Lagere botssnelheden leiden tot minder (dodelijk) letsel, maar niet in gelijke mate voor verschillende letselernsten. Hierdoor daalt onder voetgangers het aantal verkeersdoden sneller dan het aantal ernstig verkeersgewonden. Dat dit verschil niet terug te zien is voor de leeftijdscategorieën anders dan 60-79 jaar, is vanwege het zeer kleine aantal verkeersdoden in die categorieën.

6.2. Fietsers

6.2.1. Botsingen met motorvoertuigen bij lagere snelheid

Hier geldt ongeveer hetzelfde als voor voetgangers zoals beschreven in *Paragraaf 6.1.2*. Een van de ideeën van Duurzaam Veilig is dat kwetsbare verkeersdeelnemers gescheiden moeten worden van het overige verkeer en dat daar waar menging plaatsvindt, de snelheid omlaag moet. Het gevolg hiervan is een toename van fietspaden of een verlaging van de maximumsnelheid (Zone 30 en Zone 60 en kruisingen uitrusten met rotonde of plateau). Het eerste leidt ertoe dat er geen botsingen tussen fietsers en motorvoertuigen meer plaatsvinden en het tweede dat de botssnelheid, ingeval er wel een botsing plaatsvindt, lager is. In *Paragraaf 4.2* hebben we gezien dat een lagere botssnelheid leidt tot een daling van het aantal

verkeersdoden die sterker is dan de daling van het aantal ernstig verkeersgewonden.

6.2.2. *Er wordt sneller gefietst*

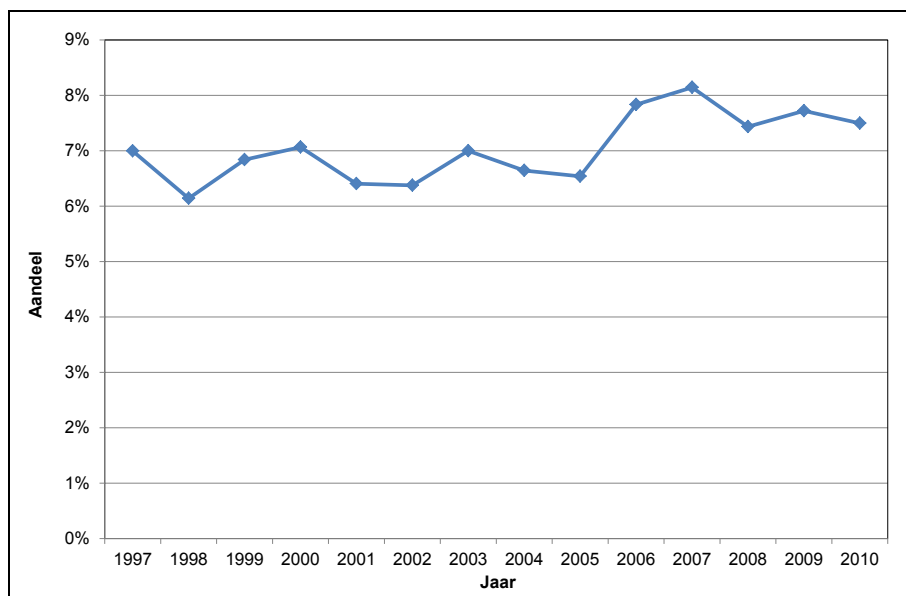
De toename van het aantal (enkelvoudige) fietsongevallen wordt niet alleen veroorzaakt door de toename van fietsmobiliteit (er wordt meer gefietst), maar ook doordat het risico op een fietsongeval toeneemt. Dit geldt vooral voor fietsers ouder dan 40 jaar. De kilometers die zij afleggen zijn over de jaren steeds gevaarlijker geworden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat zij steeds harder zijn gaan fietsen, door gebruik van een racefiets of een elektrische fiets. Hierdoor lopen ongevallen ernstiger af. Aangezien er in dit soort ongevallen weinig fietsers overlijden, zien we in dat aantal geen (onderscheidbare) invloed van de hogere fietssnelheid.

Helaas hebben we geen informatie over hoeveel er gefietst wordt op verschillende typen fiets. We kijken daarom naar de verkoopcijfers van racefietsen en elektrische fietsen als surrogaatmaat. Volgens de BOVAG is de verkoop van elektrische fietsen toegenomen van 22.000 in 2004 tot 150.000-160.000 in 2009. Dat is een forse stijging. De verkoop van racefietsen is toegenomen van 13.000 in 2004 tot 30.000 in 2009 (Telegraaf, 2009). In dat artikel werd het vermoeden uitgesproken dat er in 2010 zelfs 36.000 racefietsen verkocht zouden worden.

6.2.3. *Drukke op het fietspad*

Meer fietsers op het fietspad leidt tot meer ongevallen op het fietspad. Het aantal botsingen tussen twee fietsers zal in verhouding sneller toenemen dan enkelvoudige fietsongevallen als gevolg van de veronderstelde toenemende drukte op het fietspad. Dit komt doordat tweemaal zoveel fietsers grofweg leidt tot viermaal zoveel ontmoetingen tussen fietsers. Een toename van het aantal botsingen tussen twee fietsers zou dus een indicatie kunnen zijn dat fietspaden inderdaad steeds drukker worden en dat dat leidt tot meer fietsongevallen.

Niet-motorvoertuigongevallen worden nauwelijks in BRON geregistreerd. In de LMR is wel informatie te vinden over slachtoffers van fietsongevallen, maar helaas niet de tegenpartij in het ongeval. Daarom maken we gebruik van het Letselinformatie Systeem (LIS) van Consument en Veiligheid. In *Afbeelding 6.3* wordt het aandeel botsingen tussen twee fietsers binnen alle niet-motorvoertuigongevallen gegeven. Er lijkt sprake te zijn van een lichte stijging van dit aandeel.



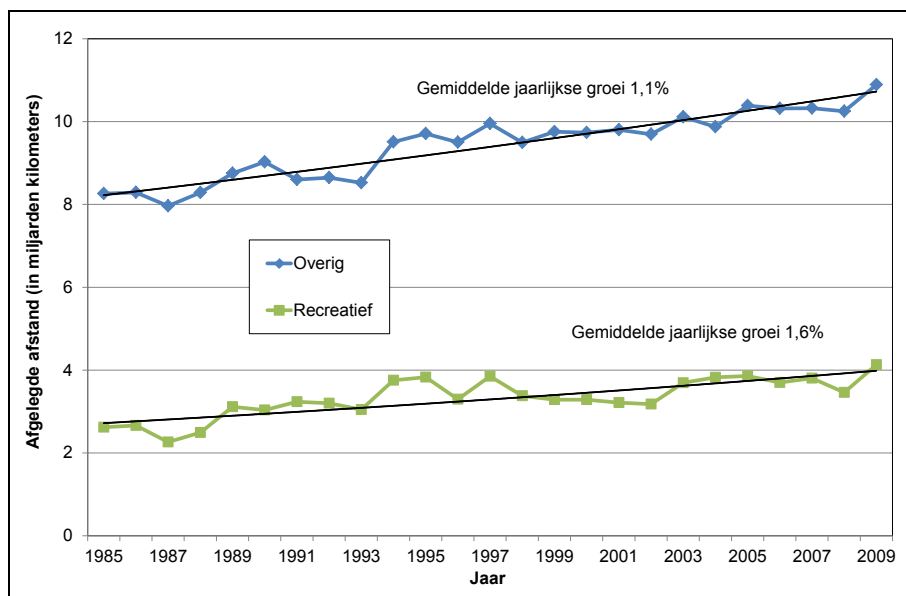
Afbeelding 6.3. Het aandeel botsingen tussen twee fietsers binnen de niet-motorvoertuigongevallen (bron: LIS van Consument en Veiligheid).

6.2.4. Toenemend gebruik van mobiele apparatuur op de fiets

Uit een grootschalige internetenquête in 2009 onder 2.553 Nederlandse fietsers is gebleken dat het risico op een fietsongeval een factor 1,4 keer zo hoog is voor fietsers die elke rit mobiele apparatuur gebruiken dan voor fietsers die dat nooit doen (Goldenbeld, Houtenbos & Ehlers, 2010). Het ligt dus voor de hand dat een toename van apparatuurgebruik op de fiets (bijvoorbeeld van mobiele telefoons) leidt tot een hoger ongevalsrisico voor fietsers. Er zijn geen metingen beschikbaar waaruit volgt dat er inderdaad over de jaren steeds meer apparatuur gebruikt wordt tijdens het fietsen, maar dit ligt wel voor de hand.

6.2.5. Onbekende fietsroutes

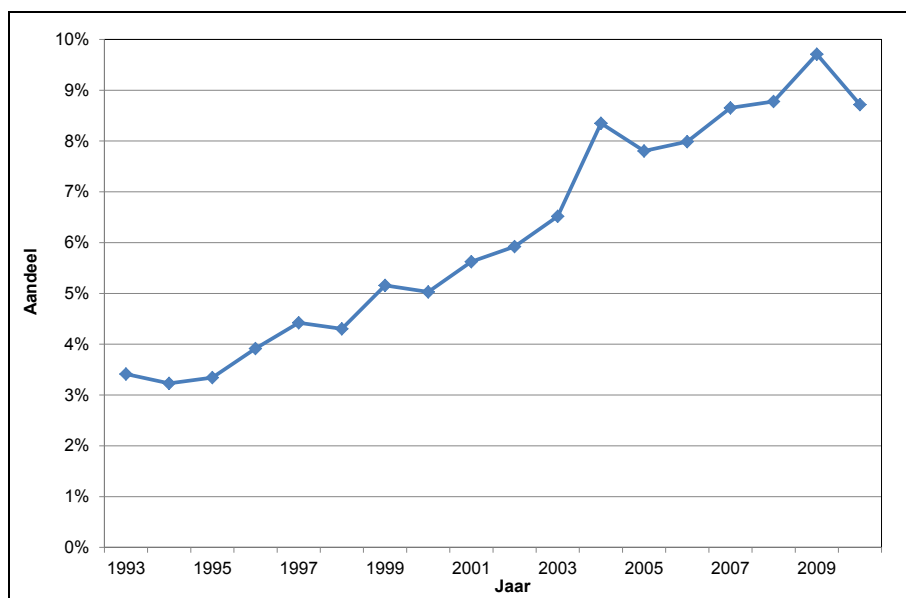
De toename van het risico om een fietsongeval te krijgen zou kunnen komen doordat er meer gefietst wordt op onbekende routes. Fietsers weten minder goed wat ze kunnen verwachten wanneer zou op onbekende routes fietsen. Ze zijn niet bekend met problemen met het wegdek of onverwachte obstakels zoals paaltjes op de weg. De aanname is dat onbekende routes vooral gefietst worden bij recreatieve ritten. In *Afbeelding 6.4* is de totale afgelegde jaarlijkse fietsafstand afgebeeld, waarbij onderscheid gemaakt is naar recreatieve fietsritten en overige fietsritten. Hieruit blijkt inderdaad dat recreatieve fietsmobiliteit sterker groeit dan de fietsmobiliteit met andere fietsmotieven.



Afbeelding 6.4. De op de fiets afgelegde afstand naar ritmotief (CBS/DVS).

6.2.6. Alcohol/drugs

Het is bekend dat alcohol de kans op een fietsongeval vergroot (Oikkonen & Honkanen, 1990; Li et al., 2001). Wanneer er meer gefietst wordt onder de invloed van alcohol, zou dat een verklaring kunnen zijn van het toegenomen risico op fietsongevallen. Deze informatie is niet beschikbaar, maar uit de LMR kunnen we afleiden hoeveel slachtoffers er onder invloed waren van alcohol. In *Afbeelding 6.5* is duidelijk te zien dat dit aandeel gestegen is sinds 1993.



Afbeelding 6.5. Het aandeel fietsslachtoffers in de LMR (E-code E826) met een indicatie voor alcoholgebruik (bron: DHD).

6.2.7. *Fietspadkwaliteit (onderhoud)*

Schepers (2008) heeft onderzocht wat de rol van infrastructuur is bij het ontstaan van fietsongevallen. Gebleken is dat bij ongeveer de helft van deze ongevallen problemen met de infrastructuur een rol gespeeld heeft. Een probleem is een slecht fietspad, met scheuren in de weg, kieren tussen tegels en paaltjes in het midden, bij begin- en eindpunt. Toen er minder fietspaden waren, fietsten fietsers op de rijbaan, die vaak goed geasfalteerd is. Een enkelvoudig fietsongeval zal daar minder snel plaatsvinden dan op een fietspad.

6.2.8. *Conclusie*

Ook bij fietsers heeft het verlagen van snelheidslimieten binnen Duurzaam Veilig mogelijk geleid tot een verschil in ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat ook de volgende ontwikkelingen een rol gespeeld hebben in de toename van het risico om ernstig gewond te raken in een fietsongeval waarbij niet gebotst is met een motorvoertuig:

- door een toename van het gebruik van elektrische fietsen en racefietsen wordt er gemiddeld genomen steeds sneller gefietst;
- de algemene stijging van het fietsgebruik leidt tot drukte om het fietspad met meer botsingen tussen fietsers als gevolg;
- toenemend apparatuurgebruik op de fiets;
- de fiets wordt meer gebruikt voor recreatieve doeleinden met meer fietsritten op onbekende wegen tot gevolg;
- er wordt steeds meer gefietst onder invloed van alcohol of drugs;
- de kwaliteit van fietspaden laat te wensen over.

Dat deze ontwikkelingen niet tot nauwelijks zichtbaar zijn bij verkeersdoden, komt doordat er nauwelijks fietsers overlijden in niet-motorvoertuig-ongevallen.

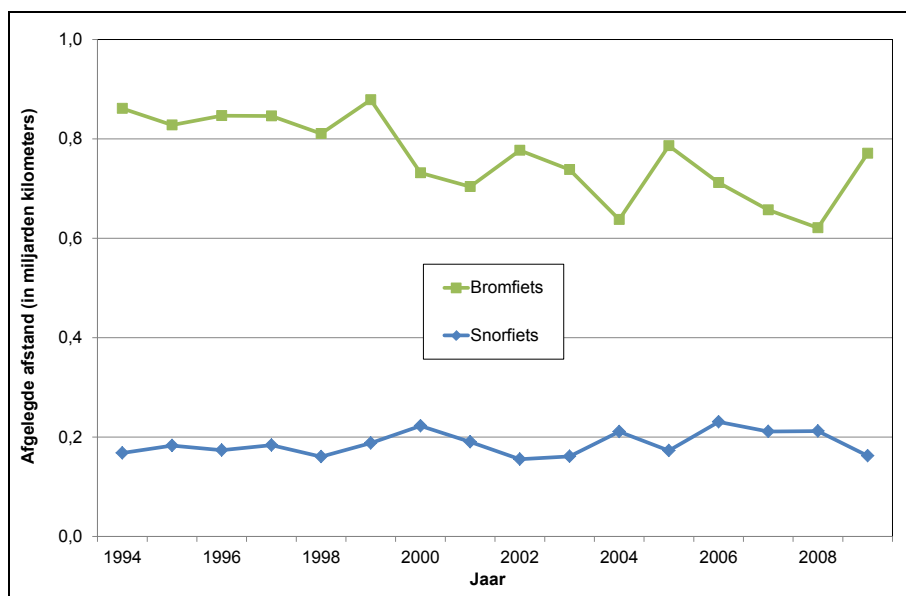
6.3. **Bromfiets en snorfiets**

Verschillen in de ontwikkeling tussen het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden treden op in twee leeftijdsgroepen: 12-24 jaar en 30-59 jaar. De groep hiertussen (25-29) is erg klein. Mogelijk is er sprake van verschillen in gedrag tussen de beide groepen, daarom houden we de mogelijkheid open dat er verschillende oorzaken zijn.

6.3.1. *Verschuiving van bromfiets naar snorfiets*

De gedachte bij een verschuiving van bromfiets naar snorfiets is dat de gereden snelheid van snorfietsers lager is dan die van bromfietsers. In *Paragraaf 3.2* hebben we aannemelijk gemaakt dat een lagere snelheid leidt tot een sterkere daling van het aantal verkeersdoden dan van het aantal ernstig verkeersgewonden. Of zich inderdaad een verschuiving van brom- naar snorfiets heeft voorgedaan, gaan we na met mobiliteits- en parkcijfers. In *Afbeelding 6.6* is de door brom- en snorfietsen afgelegde afstand weergegeven sinds 1994. De daling van de door bromfietsers afgelegde afstand is nauwelijks terug te vinden als stijging van de door snorfietsers afgelegde afstand. Overigens is het maar de vraag in hoeverre *Afbeelding 6.6* de werkelijkheid beschrijft. Sinds 1999 moeten namelijk beide vervoerswijzen in de vorm van een open invulveld worden aangegeven in de

vragenlijst van het Mobiliteitsonderzoek Nederland (MON). Hierbij wordt ook gebruikgemaakt van de term scooter, waarbij het niet duidelijk is of het gaat om een bromfiets, een snorfiets of zelfs een motor. Op basis van leeftijd van de geënquêteerde wordt dan toegekend of het brom- of snorfiets zou zijn.



Afbeelding 6.6. De door brom- en snorfietsen afgelegde afstand in de periode 1994-2009 (bron: MON-DVS).

Park- en verkoopcijfers zijn beschikbaar vanaf 2007 (BOVAG-RAI, 2011). In 2007 bestond het snor- en bromfietspark voor 58% uit bromfietsen; dit is teruggelopen tot 53% in 2011 (peildatum 1 januari). Verkoopcijfers laten sinds 2008 een verschuiving zien van brom- naar snorfiets. In 2008 werden er nog 46.111 bromfietsen verkocht en 48.486 snorfietsers; in 2010 waren dit er respectievelijk 34.117 en 61.869. In 2010 zijn er dus bijna twee keer zoveel snorfietsen als bromfietsen verkocht.

Ten slotte heeft onderzoek van Leijdesdorff et al. (2011) laten zien dat de mortaliteit van in het ziekenhuis opgenomen snorfietsers hoger is dan van bromfietsers. Dit komt volgens hen doordat snorfietsers vaker hersenletsel hebben dan bromfietsers, omdat het voor snorfietsers niet verplicht is een helm te dragen. We benadrukken hier dat het gaat om de mortaliteit van snor- en bromfietsers die in het ziekenhuis opgenomen zijn. Van alle in BRON geregistreerde verkeersdoden onder snorfietsers in 1993-2010 is 32% ter plaatse overleden, terwijl in diezelfde periode 47% van alle bromfietsers ter plaatse is overleden.

Op basis van de park- en verkoopcijfers kunnen we inderdaad concluderen dat er een verschuiving van de bromfiets naar de snorfiets gaande is. Als er met snorfietsen gemiddeld minder hard gereden wordt dan met bromfietsen, dan is dit dus een mogelijke verklaring voor het verschil in ontwikkeling van verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder snor- en bromfietsers.

6.3.2. Toenemend helmgebruik onder bromfietzers

Hoe meer mensen een helm dragen, des te minder (dodelijk) hoofdletsel zij zullen oplopen. De helm heeft uiteraard geen effect op andere veel voorkomende letsels onder bromfietzrijders, zoals arm- en beenbreuken. Leijdesdorff et al. (2011) laten zien dat de mortaliteit van snorfietzers veel hoger is dan die van bromfietzers, wat komt door het vaker voorkomende hoofdletsel. Zij raden dan ook aan om het helmgebruik onder snorfietzers te bevorderen.

Een toename van helmgebruik onder bromfietzers kan dus inderdaad een verklaring zijn voor het verschil in ontwikkeling tussen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden. Uit de laatste jaarlijkse monitor naar het gebruik van bromfietshelmen (Henkens & Hijkoop, 2008) volgt dat er in 2008 inderdaad vaker een helm werd gedragen, maar dat er de jaren daarvoor nog een daling heeft plaatsgevonden:

- 2002: 90,6%
- 2003: 94,7%
- 2004: 93,3%
- 2005: 93,0%
- 2006: 90,7%
- 2007: 91,7%
- 2008: 95,7%

6.3.3. Effect van het opvoerconvenant

Het opvoeren van de brom- en snorfietz is vrij eenvoudig; opvoersetjes zijn via internet te koop en door een handige sleutelaar zelf te monteren. In 2004 is het *Akkoord Zelfregulering Bromfietzen inclusief Reclamecode* ondertekend door de RAI en BOVAG (BOVAG-RAI, 2004). Hiermee geeft de branche aan dat ze geen brom- en snorfietzen meer zullen opvoeren, de klanten actief zullen informeren over de wetgeving rondom opvoeren, en geen reclame zullen maken voor opvoersetjes.

Als dit akkoord geleid heeft tot minder opgevoerde brommers en dus tot lagere snelheden, kan dat het verschil in ontwikkeling verklaren. Een onafhankelijke evaluatie van dit convenant is er echter niet geweest. Wel hebben diverse controles door de RAI Vereniging in 2008, ertoe geleid dat enkele ondernemingen die het convenant schonden als lid van de RAI Vereniging of BOVAG zijn geschrapt (RAI Vereniging, 2008). Uit testen van het VARA-programma Kassa en De Vries (2011) blijkt dat veel dealers nog steeds de mogelijkheid bieden om een gekochte brom- of snorfietz opgevoerd af te leveren.

Uit metingen van de Fietzersbond en DVS in 2010/2011 in een aantal steden is gebleken dat 94% van de snorfietzers op fietspaden te hard reed (De Lange, 2011). De gemiddelde snelheid was 37 km/uur. Daarnaast concludeerden zij dat snorfietzers eigenlijk te breed zijn voor het fietspad. De breedte van de huidige snorfietzen inclusief spiegels is ruim 80 centimeter; er zijn er die wel 120 cm breed zijn, breder dan veel bakfietsen. Veel fietspaden in Amsterdam zijn zo smal dat de brede en snelle snorfietzers niet veilig kunnen inhalen. Snorfietzen wegen tussen de 75 en 120 kg. Een dergelijke massa leidt bij aanrijdingen snel tot ernstige gevolgen voor de veel lichtere fietsers.

6.3.4. *Conclusie*

Op basis van de park- en verkoopcijfers concluderen we dat er een verschuiving van de bromfiets naar de snorfiets gaande is. Als er met snorfietsen gemiddeld minder hard gereden wordt dan met bromfietsen, dan is dit dus een mogelijke verklaring voor het verschil in ontwikkeling van verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder snor- en bromfietzers. Het stijgende helmgebruik is ook een mogelijke verklaring, want wanneer er een helm gedragen wordt is de kans op dodelijk hoofdletsel kleiner.

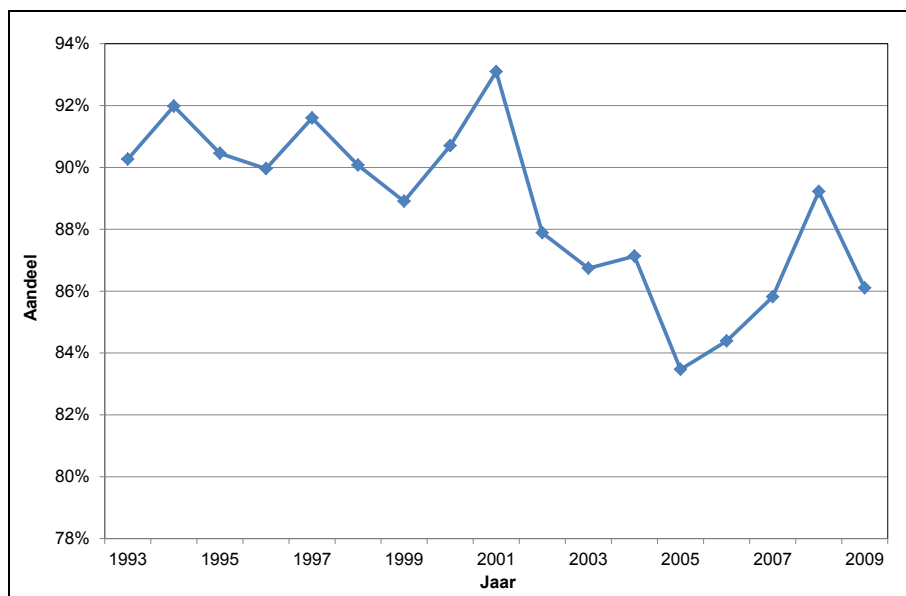
6.4. **Motorrijders**

6.4.1. *Betere remsystemen (ABS)*

Het is bekend dat motoren steeds vaker uitgerust zijn met ABS (Promotor, 2009). ABS zorgt ervoor dat de motor tijdens het remmen stabiel en bestuurbaar blijft waardoor de motorrijder minder snel zal vallen. Mocht het toch tot een val komen, dan is de snelheid lager en dus het letsel minder ernstig. Daarnaast hebben Vavryn & Winkelbauer (s.a.) de remprestaties van motoren met ABS onderzocht. Gebleken is dat de remvertraging van ervaren bestuurders op motoren zonder ABS gemiddeld $6,6 \text{ m/s}^2$ was, en op een motor met ABS $7,8 \text{ m/s}^2$. Voor beginnende bestuurders was dit $5,7 \text{ m/s}^2$ en $7,7 \text{ m/s}^2$ respectievelijk. Hierdoor zal bij een eventuele botsing met een motor met ABS de botssnelheid lager liggen, wat het overlijdensrisico verkleint.

6.4.2. *Toename ongevallen op lagereordewegen*

Het zou kunnen zijn dat motorrijders andere wegen zijn gaan kiezen om overheen te rijden. Wanneer zij steeds vaker een route uitzoeken over wegen met lagere snelheidslimieten, kan dat een verklaring zijn voor het feit dat het aantal ernstig verkeersgewonden minder snel afneemt dan het aantal doden. Er zijn geen gegevens van mobiliteit per wegtype. In plaats daarvan kijken we naar het aandeel van de motorslachtoffers (doden en ernstig verkeersgewonden) die een ongeval hadden op wegen met een snelheidslimiet van 80 km/uur of lager. In *Afbeelding 6.7* is dit aandeel afgebeeld. Het is duidelijk dat dit aandeel afneemt, waarmee bovenstaande verklaring dus niet onderbouwd wordt. Er vallen namelijk relatief meer slachtoffers op wegen met een hogere snelheidslimiet.



Abbeelding 6.7. Het aandeel van de in BRON geregistreeerde motor-slachtoffers (doden en ernstig verkeersgewonden) dat een ongeval had op een weg met snelheidslimiet lager dan 80 km/uur (bron: DVS).

6.4.3. Conclusie

De enige mogelijke verklaring die we gevonden hebben, is dat steeds meer motoren uitgerust zijn met ABS. Immers, bij een eventuele botsing met een motor met ABS ligt de botssnelheid lager, wat het overlijdensrisico verkleint.

6.5. Auto-inzittenden

6.5.1. Toename secundaire veiligheidsvoorzieningen

Daar waar primaire veiligheidsvoorzieningen in auto's erop gericht zijn om ongevallen te voorkomen, zijn secundaire veiligheidsvoorzieningen erop gericht in geval van een ongeval het opgelopen letsel te verminderen. Van oudsher zijn voorbeelden hiervan kreukelzones, een stevige kooiconstructie, gordels en airbags. Mede door de hogere eisen van Euro NCAP ten opzichte van de wettelijke eisen voor frontale aanrijdingen, zijn deze voorzieningen al vele jaren van een hoog niveau, zeg op een niveau van vier à vijf Euro NCAP-sterren. In de loop der jaren is het aandeel auto's met vier of vijf sterren aanzienlijk toegenomen. In 1997 kreeg ongeveer 5% van de geteste auto's vier sterren en nog geen van de geteste auto's kreeg vijf sterren. Tien jaar later, in 2007 kreeg ongeveer 95% van de auto's vier of vijf sterren.

We kunnen hieruit concluderen dat de secundaire veiligheid van auto's de laatste jaren sterk verbeterd is. Daarnaast is ook het gordelgebruik toegenomen (SWOV, 2010). Door beide ontwikkelingen lopen ongevallen steeds minder ernstig af. Dit heeft altijd een sterker effect op dodelijke ongevallen dan op ongevallen met alleen letsel.

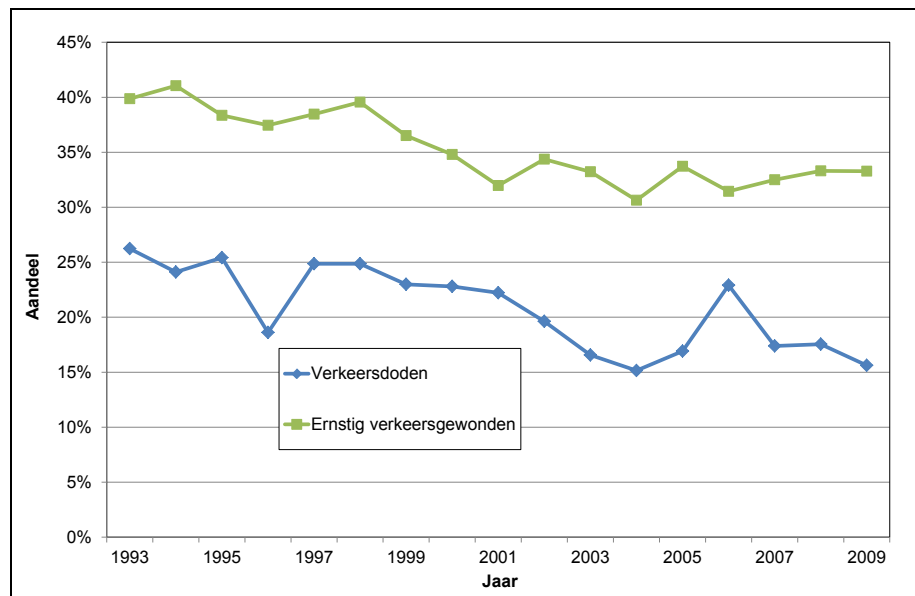
Het grootste verschil in ontwikkeling zagen we bij kinderen. Hier zullen kinderzitjes een rol gespeeld hebben. Na de invoering van een aantal

nieuwe verkeersregels in 2006 is het veilig vervoer van kinderen (met een lengte tot 1,35 m) in beveiligingsmiddelen aanzienlijk verbeterd. In 2006 werd 28% van de geobserveerde kinderen onvoldoende beschermd vervoerd, in 2008 was dit 12%. Onder onvoldoende beschermd vervoer wordt onder andere gerekend reizend op een zitplaats zonder gordel of in een losse reiswieg, of zittend op schoot bij een passagier. Schoon & Van Kampen (1992) hebben bepaald dat het effect van kinderbeveiligingsmiddelen op letselongevallen 30% is en op dodelijke ongevallen zelfs 50%. Dit verklaart dus het verschil in ontwikkeling voor slachtoffers onder kinderen.

6.5.2. Veiliger kruispunten

In het kader van Duurzaam Veilig zijn veel kruispunten veiliger gemaakt. Dit is onder andere gedaan door ze uit te rusten met rotondes, plateaus en drempels. Als gevolg hiervan is de snelheid van voertuigen op kruispunten lager geworden en een lagere snelheid leidt tot een daling van het aantal verkeersdoden die sterker is dan de daling bij het aantal ernstig verkeersgewonden (*Paragraaf 4.2*).

In *Afbeelding 6.8* wordt het aandeel verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder auto-inzittenden weergegeven dat het ongeval op een kruispunt heeft gehad. Voor beide type slachtoffers is dit aandeel gedaald, wat het gevolg zou kunnen zijn van de veiliger ingerichte kruispunten. Bovendien is het aandeel voor ernstig verkeersgewonden minder sterk gedaald dan voor verkeersdoden. Opgemerkt moet worden dat het hier gaat om in BRON geregistreerde slachtoffers. Omdat er geen reden is om aan te nemen dat de registratie van slachtoffers op wegvakken anders is dan die op kruispunten, kunnen we aannemen dat de gevonden ontwikkeling ook geldt voor de slachtoffers die niet in BRON geregistreerd zijn.



Afbeelding 6.8. Het aandeel verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder auto-inzittenden dat het verkeersongeval op een kruispunt had (bronnen: DVS, DHD).

6.5.3. *Conclusies*

Het feit dat het aantal ernstig verkeersgewonden onder auto-inzittenden minder snel is gedaald dan het aantal verkeersdoden, komt onder andere door de verbeterde secundaire veiligheidsvoorzieningen. Dergelijke voorzieningen zijn niet bedoeld om ongevallen te voorkomen, maar om de ernst van het letsel in geval van een ongeval te beperken. Een mogelijke verklaring van het geconstateerde extra verschil voor 0-11 jarigen is het toenemende gebruik van kinderzitjes.

Behalve in ontwikkelingen op voertuiggebied, kan er ook een verklaring gevonden worden op het gebied van de infrastructuur. Kruispunten zijn steeds veiliger ingericht, vooral door maatregelen om de snelheid te verlagen. Zoals ook geconcludeerd is bij voetgangers en fietsers, leidt dit tot een snellere daling van het aantal verkeersdoden dan van ernstig verkeersgewonden.

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1. Conclusies

De onderzoeksvraag die in dit rapport aan de orde is gesteld, is gebaseerd op het verschil in ontwikkeling tussen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden. De eerste groep slachtoffers laat al jarenlang een daling zien, terwijl het aantal ernstig verkeersgewonden de laatste jaren sterk toeneemt. Deze stijging doet zich voor bij alle letselernstcategorïeën. Het is dus niet zo dat de ontwikkeling van het aantal 'zwaargewonden' (MAIS groter dan 5) wél lijkt op die van het aantal verkeersdoden. Er is wel een groot verschil in de ontwikkeling van ernstig verkeersgewonden in motorvoertuigongevallen en in niet-motorvoertuigongevallen. Het aantal ernstig verkeersgewonden in niet-motorvoertuigongevallen laat al sinds 1993 een stijging zien. De stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden in motorvoertuigongevallen is minder fors dan die van het totaal.

Het doel van dit onderzoek was te achterhalen hoe de ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden, en de discrepantie met de ontwikkeling van het aantal doden, verklaard kan worden. We herhalen hier voor de volledigheid de onderzoeksvragen die in *Paragraaf 1.2* zijn vermeld:

- Treden er soortgelijke ontwikkelingen op in het buitenland?
- Welke groepen weggebruikers vertonen de laatste jaren een afwijkende ontwikkeling⁴ van het aantal ernstig verkeersgewonden?
- Wat zijn mogelijke verklaringen van de bevindingen naar aanleiding van de voorgaande onderzoeksvraag?

Hieronder wordt per vraag een overzicht van de gevonden antwoorden gegeven.

7.1.1. *Treden er soortgelijke ontwikkelingen op in het buitenland?*

Uit een IRTAD-rapport (OECD/ITF, 2012) is gebleken is dat de uiteenlopende ontwikkeling van het aantal doden en ernstig verkeersgewonden inderdaad niet alleen in Nederland speelt. Er is echter nog nauwelijks onderzoek uitgevoerd naar een verklaring daarvoor. Een literatuurscan heeft in ieder geval geen enkele relevante studie opgeleverd. Navraag bij enkele zusterinstituten van de SWOV heeft alleen voor Duitsland resultaat geleverd. Daar heeft men vastgesteld dat de toename van de meest ernstig gewonde slachtoffers komt door de afname van het aantal verkeersdoden. Mensen overlijden door de toegenomen botsvriendelijkheid van auto's en door een betere medische zorg niet meer, maar raken nog wel zeer ernstig gewond.

⁴ Hiermee wordt een afwijking ten opzichte van de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden bedoeld. Dit kan een geringe daling zijn, een stagnerende daling of zelfs een stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden.

7.1.2. *Welke groepen weggebruikers vertonen een afwijkende ontwikkeling van het aantal ernstig verkeersgewonden?*

In Nederland zijn voor de volgende combinaties van vervoerswijze en leeftijdscategorie de grootste verschillen vastgesteld in de ontwikkeling tussen doden en ernstig verkeersgewonden:

- oudere voetgangers (≥ 60 jaar);
- fietsers ouder dan 25 jaar, in niet-motorvoertuigongevallen;
- brom- en snorfietsers van 12-60 jaar;
- motorrijders van 40 jaar en ouder;
- auto-inzittenden.

Voor voetgangers in de leeftijdscategorieën 60-69 en 70-79 jaar is te zien dat er een groot verschil in de daling van ongeveer 6% optreedt. Het aantal ernstig verkeersgewonden daalt minder snel dan het aantal doden, terwijl bij de overige leeftijdscategorieën het verschil vrijwel gelijk blijft.

Bij niet-motorvoertuigongevallen raken steeds meer fietsers ernstig verkeersgewond. Bij dit type ongevallen komen echter nauwelijks fietsers om het leven.

Onder brom- en snorfietsers is het aantal verkeersdoden met gemiddeld ongeveer 5% per jaar gedaald, terwijl het aantal ernstig verkeersgewonden constant is gebleven. Vooral bij de leeftijdscategorieën 12-24 jaar en 30-59 jaar is er een verschil te zien in het dalingspercentage van beide slachtoffertypen. In de categorie 30-59 jaar laten de ernstig verkeersgewonden zelfs een stijging zien.

Het aantal ernstig verkeersgewonden en verkeersdoden onder motorrijders laten allebei een stijging zien; de ernstig verkeersgewonden alleen al wat langer dan de verkeersdoden. Een ander verschil is dat het aantal ernstig verkeersgewonden een stijging laat zien voor 40-plussers; de verkeersdoden voor 50-plussers. Het verschil tussen de ontwikkeling van de ernstig verkeersgewonden en de doden wordt bij rijders tot 40 jaar steeds groter naarmate de leeftijd toeneemt, en blijft ook boven die leeftijd groot.

Voor auto-inzittenden geldt dat beide slachtoffergroepen geleidelijk zijn gedaald. Voor iedere leeftijdscategorie blijkt de daling van de ernstig verkeersgewonden minder sterk dan die van het aantal doden; voor 0-11-jarigen is het verschil het grootst.

7.1.3. *Wat zijn mogelijke verklaringen?*

Een algemene verklaring die voor een aantal van deze combinaties blijkt te gelden is de invoering van Zones 30 en Zones 60. Hierdoor vindt een deel van de botsingen tussen verkeersdeelnemers plaats bij lagere snelheden dan voorheen. We hebben in *Paragraaf 4.2* aannemelijk gemaakt dat lagere botssnelheden leiden tot een snellere daling van het aantal verkeersdoden dan van het aantal ernstig verkeersgewonden. Voor de 60-79-jarige voetgangers is het de enige verklaring die we gevonden hebben. Dat het verschil niet terug te zien is voor de andere leeftijdscategorieën, is vanwege het zeer kleine aantal verkeersdoden in die categorieën. Het zou daar dus ook kunnen optreden.

Op basis van de park- en verkoopcijfers concluderen we dat er een verschuiving van de bromfiets naar de snorfiets gaande is. Als er met snorfietsen gemiddeld minder hard gereden wordt dan met bromfietsen, dan is dit dus een mogelijke verklaring voor het verschil in ontwikkeling van verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden onder snor- en bromfietzers. Het stijgende helmgebruik is ook een mogelijke verklaring, want wanneer er een helm gedragen wordt is de kans op dodelijk hoofdletsel kleiner.

Een mogelijke verklaring die we bij motorrijders hebben gevonden is dat steeds meer motoren uitgerust zijn met ABS. Hierdoor is namelijk de snelheid bij ongevallen lager. Daarnaast hebben we gezien dat er relatief steeds meer slachtoffers vallen op wegen met een hogere snelheidslimiet. Dit is niet in lijn met de weleens geopperde suggestie dat motorrijders steeds vaker een route uitzoeken over wegen met lagere snelheidslimieten. Feitelijke informatie hieromtrent ontbreekt.

Het feit dat het aantal ernstig verkeersgewonden onder auto-inzittenden minder snel is gedaald dan het aantal verkeersdoden, komt mogelijk door de verbeterde secundaire veiligheidsvoorzieningen en het toegenomen gordelgebruik. Dergelijke voorzieningen zijn niet bedoeld om ongevallen te voorkomen, maar om de ernst van het letsel in geval van een ongeval te beperken. Het geconstateerde extra verschil voor 0-11 jarigen komt door het toenemende gebruik van kinderzitjes. Behalve in ontwikkelingen op voertuiggebied, kan er ook een verklaring gevonden worden op het gebied van de infrastructuur. Kruispunten zijn steeds veiliger ingericht, vooral door genomen maatregelen om de snelheid te verlagen. Zoals ook geconcludeerd bij voetgangers en fietsers, leidt dit altijd tot een snellere daling van het aantal verkeersdoden dan van ernstig verkeersgewonden.

De ontwikkeling van ernstig gewonde fietsers in niet-motorvoertuig-ongevallen kunnen we niet vergelijken met die van verkeersdoden in hetzelfde type ongeval, omdat deze er nauwelijks zijn. Daarom hebben we ons in dit geval de vraag gesteld of de fietsmobiliteit gestegen is of het risico om als fietser ernstig gewond te raken in een niet-motorvoertuigongeval. Een deel van de stijging van het aantal ernstig verkeersgewonden onder fietsers in niet-motorvoertuigongevallen kan verklaard worden door de toename van de mobiliteit en dan voornamelijk de mobiliteit van ouderen (≥ 60 jaar). Dit is niet onverwacht, want hoe meer er gefietst wordt, hoe meer fietsers een ongeval zullen hebben zonder dat het risico toegenomen hoeft te zijn. Het risico om als fietser ernstig gewond te raken in een niet-motorvoertuigongeval is echter ook gestegen en dan vooral voor fietsers van 30 jaar en ouder.

Hiervoor zijn enkele verklaringen mogelijk. De eerste is dat er steeds sneller gefietst wordt, door een toename van het aantal elektrische fietsen en racefietsen. Ten tweede wordt er steeds meer gefietst, met mogelijk drukker wordende fietspaden als gevolg. We hebben geconstateerd dat er relatief steeds meer botsingen tussen twee fietsers zijn, ten opzichte van alle niet-motorvoertuigongevallen. Dit zou kunnen komen doordat het fietspad inderdaad drukker is geworden. Daarnaast laat de kwaliteit van fietspaden nogal eens te wensen over. Een andere mogelijke verklaring voor de toename van het aantal ernstig verkeersgewonden onder fietsers is het toenemende apparatuurgebruik op de fiets. Er zijn geen gegevens beschikbaar waaruit dit toenemende gebruik afgeleid kan worden, maar

onze indruk is dat, gezien de ontwikkelingen op het gebied van mobiele telefoons (smartphone) en dergelijke, het wel in de lijn der verwachting ligt dat het gebruik hiervan op de fiets de laatste jaren is toegenomen. Ten slotte noemen we als verklaring nog een toename van het fietsen onder invloed van drugs of alcohol en de ontwikkeling dat de fiets steeds meer gebruikt wordt voor recreatieve doeleinden met meer fietsritten op onbekende routes als gevolg.

Er zijn ook enkele mogelijke verklaringen gevonden op medisch gebied. Ontwikkelingen in de medische wetenschap zullen bijgedragen hebben aan de daling van het aantal verkeersdoden in Nederland. Deze ontwikkelingen kunnen er ook toe geleid hebben dat mensen die vroeger als ernstig gewond werden beschouwd nu als lichter gewond beschouwd worden. Hiermee wordt echter bij het vaststellen van het aantal ernstig verkeersgewonden in Nederland geen rekening gehouden. De AIS-codering die de SWOV hierbij gebruikt, stamt uit 1990 en houdt geen rekening met medische verbeteringen die leiden tot een lagere AIS-codering voor hetzelfde letsel. Ieder letsel dat toen een AIS-code van 2 of hoger had, heeft dat nu nog steeds, terwijl het nu in werkelijkheid misschien als licht letsel beschouwd wordt.

Daarnaast is er in het algemeen sprake van een toename van het aantal ziekenhuisopnamen, niet alleen als gevolg van verkeersongevallen. Deze algemene toename komt deels door de uitvoering van het actieplan 'Zorg Verzekerd' van het ministerie van VWS, dat erop is gericht de wachtlijsten in de ziekenhuiszorg weg te werken. Dit kan echter geen verklaring zijn voor de toename van het aantal ernstig verkeersgewonden, aangezien zij over het algemeen niet op een wachtlijst staan voor ze opgenomen worden. Een andere mogelijke verklaring voor de algemene toename van het aantal ziekenhuisopnamen zijn nieuwe behandel- en onderzoeksmogelijkheden en andere indicatiecriteria. Deze kunnen ook een rol spelen bij de toename van ernstig verkeersgewonden.

Ten slotte noemen we als mogelijke verklaring van de stijging van het (geschatte) aantal ernstig verkeersgewonden de steeds betere ziekenhuisregistratie, mede als gevolg van het toenemende gebruik van elektronische patiëntendossiers. Hierdoor zal de uiteindelijke registratie van patiënten in de LMR ook beter zijn. Als dit ertoe leidt dat slachtoffers van verkeersongevallen vaker dan in eerdere jaren een E-code krijgen die betrekking heeft op een verkeersongeval, of in ieder geval binnen de selectie valt die de SWOV ontvangt, dan heeft dat inderdaad een rol gespeeld in de toename van het aantal ernstig verkeersgewonden de laatste jaren. Of en in welke mate dit het geval is, is met de bij de SWOV beschikbare bestanden niet na te gaan.

7.1.4. *Samenvattend*

Al met al kunnen we concluderen dat een groot deel van het verschil in ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden toegeschreven kan worden aan de zogeheten niet-motorvoertuigongevallen. Bij dit type ongevallen raken sinds 1993 (het eerste jaar waarvoor we hier informatie over hebben) steeds meer mensen ernstig gewond, terwijl er nauwelijks personen bij om het leven komen. Dit in tegenstelling tot het

dalend aantal motorvoertuigongevallen, waar verhoudingsgewijs meer mensen om het leven komen.

Ook binnen de groep ongevallen waarbij wel een motorvoertuig betrokken was, zijn verklaringen gevonden voor het verschil in ontwikkeling. Vooral maatregelen die geleid hebben tot snelheidsvermindering (Zones 30 en 60, drempels, rotondes) waardoor ongevallen steeds vaker bij een lagere snelheid plaatsvinden, hebben geleid tot een sterkere daling van het aantal doden dan van het aantal ernstig verkeersgewonden. Dit geldt ook voor de secundaire veiligheidsmaatregelen van voertuigen. Deze maatregelen zijn erop gericht de ernst van het letsel ingeval van een ongeval te beperken.

Ten slotte zijn er ook ontwikkelingen in de medische wetenschap aan te wijzen die bijgedragen hebben aan het verschil in ontwikkeling van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden. Aan de ene kant zorgen betere diagnosemethoden ervoor dat letsel beter herkend wordt en mensen eerder worden opgenomen. Aan de andere kant is het ook mogelijk dat niet alle verkeersslachtoffers die volgens de gebruikte AIS-codering uit 1990 tot de ernstig verkeersgewonden behoren, dit ook zijn volgens recentere AIS-coderingen.

7.2. Aanbevelingen voor nader onderzoek

Een aantal in dit rapport geopperde verklaringen voor verschil in de ontwikkeling tussen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden zijn speculatief van aard. We kunnen bijvoorbeeld niet nagaan of het inderdaad drukker is geworden op het fietspad, maar we hebben verondersteld dat de toename van ongevallen tussen twee fietsers hier het gevolg van zou kunnen zijn. Het verdient daarom aanbeveling om enkele verklaringen nader te onderzoeken.

Met dit rapport hebben we een idee gekregen waarom het aantal ernstig verkeersgewonden voor sommige groepen verkeersdeelnemers zich afwijkend ontwikkelt van het aantal verkeersdoden. De maatregelen die de laatste decennia genomen zijn om het verkeer veiliger te maken, hebben een sterker effect op het aantal verkeersdoden dan op het aantal ernstig verkeersgewonden. Om ook een sterkere daling van het aantal ernstig verkeersgewonden te bewerkstelligen, zodat de doelstelling van 10.600 ernstig verkeersgewonden in 2020 gehaald kan worden, zullen dus andere maatregelen genomen moeten worden. Het verdient aanbeveling om nadere inzichten in dit soort aanvullende maatregelen te verwerven.

Ook ongevallen met gemotoriseerde tweewielers verdienen nadere aandacht. Te denken valt aan een voortgezette rijopleiding, verbeterde opvallendheid (fluorescerende hesjes, motorvoertuigverlichting overdag), ABS voor motoren of coöperatieve systemen ter voorkoming van conflicten tussen motoren en auto's.

In dit rapport wordt voorts beredeneerd dat er bij een lagere snelheid (zoals in een Zone 30 of Zone 60) vooral minder doden vallen, maar ook, zij het in mindere mate, het aantal gewonden afneemt. Dit zou een aanknopingspunt zijn om de verkeersveiligheid binnen de bebouwde kom voorrang te geven bij het ontwikkelen van nieuw verkeersveiligheidsbeleid, bijvoorbeeld door deze gebieden minder 'sober' in te richten.

Literatuur

- BOVAG-RAI (2004). *Akkoord Zelfregulering Bromfietsen inclusief Reclamecode*. 24 juni 2004. Stichting BOVAG-RAI, Amsterdam.
- BOVAG-RAI (2011). *Mobiliteit in cijfers; Tweewielers 2011/2012*. Stichting BOVAG-RAI Mobiliteit, Amsterdam.
- Bruggink, J.W., Knoops, K., Nusselder W.J. & Gool, C.H. van (2010). *Neemt de gezonde levensverwachting in Nederland toe of af?* In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. RIVM, Bilthoven.
- Bruin, A. de, Verweij, G. & Wieren, S. van (2008). *Hoe groot is het gebruik en neemt het toe of af?* In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. RIVM, Bilthoven.
- Campen, C. van (2008). *Grijswaarden; Monitor ouderenbeleid 2008*. Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag.
- Consument en Veiligheid (2011). *Verkeersongevallen*. Factsheet, maart 2011.
- Goldenbeld, C., Houtenbos, M. & Ehlers, E. (2010). *Gebruik van draagbare media-apparatuur en mobiele telefoons tijdens het fietsen: resultaten van een grootschalige internetenquête*. R-2010-5 Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Hale, A.R. (2001). *Conditions of occurrence of major and minor accidents*. In: Journal of the Institution of Occupational Safety & Health, vol. 5, nr. 1, p. 7-21.
- Hasaart, F. (2011). *Incentives in the diagnosis treatment combination payment system for specialist medical care; A study about behavioral responses of medical specialists and hospitals in the Netherlands*. Proefschrift Universiteit van Maastricht.
- Henkens, N.C. & Hijkoop, S. (2008). *Monitoring Bromfietshelmen 2008*. In opdracht van Bureau Verkeershandhaving Openbaar Ministerie. Grontmij Verkeer en Infrastructuur, De Bilt.
- Johns Hopkins University (1998). *ICDMAP-90 user's guide*. The Johns Hopkins University & Tri-Analytics, Inc. Baltimore, MD.
- Kampen, L.T.B. van (2007a). *Verkeersgewonden in het ziekenhuis; Ontwikkelingen in omvang, letselernst en verpleegduur sinds 1984*. R-2007-2. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Kampen, L.T.B. van (2007b). *Gewonde fietsers in het ziekenhuis; Een analyse van ongevallen- en letselgegevens*. R-2007-9. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Lange, M. de (2011). *Blauwe brommers op fietspaden; Rapportage van een onderzoek naar de hinder en het gevaar van snorfietsen op fietspaden*. Fietsersbond, Afdeling Amsterdam.

Leijdesdorff, H.A., Siegerink, B., Sier, C., Reurings, M.C.B. & Schipper, I.B. (2011). *Injury pattern, injury severity and mortality in 33,495 hospital admitted victims of motorized two-wheeled vehicle crashes in the netherlands*. In: The Journal of Trauma (submitted).

Li, G., Baker, S.P., Smialek, J.E. & Soderstrom, C.A. (2001). *Use of alcohol as a risk factor for bicycling injury*. The Journal of the American Medical Association JAMA, vol. 285, no. 7, pages 893-896.

Nilsson, G. (1982). *The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden*. In: Proceedings of the international symposium on the effects of speed limits on traffic accidents and transport energy use, 6-8 October 1981, Dublin. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD, Paris, p. 1-8.

OECD/ITF (2012). *Reporting on serious road traffic casualties; Combining and using different data sources to improve understanding of non-fatal road traffic crashes*. International Traffic Safety Data and Analysis Group IRTAD. Organization for Economic Co-operation and Development OECD/International Transport Forum ITF, Paris.

Olkkonen, S. & Honkanen, R. (1990). *The role of alcohol in nonfatal bicycle injuries*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 22, nr. 1, p. 89-96.

Poos, M.J.J.C. (2008). *Neemt de levensverwachting toe of af?* In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. RIVM, Bilthoven.

Promotor (2009). *Lekker lomp remmen; 14 abs motoren vergeleken*. In: Promotor 2009, nr. 1, p. 32-39.

RAI Vereniging (2008). *RAI Vereniging en BOVAG zeggen overtreders 'Bromfietsconvenant' de wacht aan*. In: RAI Voorrang, vol. 13, nr. 16, p. 2.

Reurings, M.C.B. & Bos, N.M. (2009). *Ernstig gewonde verkeersslachtoffers in Nederland in 1993-2008. Het werkelijke aantal in ziekenhuizen opgenomen verkeersslachtoffers met een MAIS van ten minste 2*. R-2009-12. SWOV, Leidschendam.

Reurings, M.C.B. & Bos, N.M. (2012). *Ernstig verkeersgewonden in de jaren 2009 en 2010; Update van de cijfers*. R-2012-7. SWOV, Leidschendam.

Rosén, E. & Sander, U. (2009). *Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 41, nr. 3, p. 536-542.

Rosén, E., Stigson, H. & Sander, U. (2011). *Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 43, nr. 1, p. 25-33.

Schepers, P. (2008). *De rol van infrastructuur bij enkelvoudige fietsongevallen*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.

Schmidt, E.A. (2011). *Very seriously injured; In-depth investigation of road accident characteristics and medical consequences in Germany*. ECTRI–FEHRL – FERSI Young Researchers Seminar Book of papers.

Schoon, C.C. & Kampen, L.T.B. van (1992). *Effecten van maatregelen ter bevordering van het gebruik van autogordels en kinderzitjes in personenauto's*. R-92-14. SWOV, Leidschendam.

SIG (1988). *Classificatie van Ziekten 1980; Deel 1: Systematisch*. 2^e druk. SIG Informatiecentrum voor de Gezondheidszorg, Utrecht.

SWOV (2010). *Autogordels en kinderzitjes*. SWOV factsheet, december 2010. SWOV, Leidschendam.

Telegraaf (2009). *Verkoop racefiets racet bergop in Nederland*. In: Telegraaf, 22-12-2009. Geraadpleegd mei 2012.

Vavryn, K. & Winkelbauer, M. (s.d.). *Braking performance of experienced and novice motorcycle drivers – results of a field study*. KfV, Oostenrijk.

Vijssel, A. van de (2009). *De vraag naar zorg in ziekenhuizen; Analyse ontwikkelingen in de afgelopen jaren en scenario's voor de ontwikkelingen tot 2020*. TNO-rapport TNO-034-UT-2009-01236 rpt-czb. TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht.

Vis, M.A., Reurings, M.C.B., Bos, N.M., Stipdonk, H.L. & Wegman, F.C.M. (2011). *De registratie van verkeersdoden in Nederland; Beschrijving en beoordeling van het registratieproces*. R-2011-10. SWOV, Leidschendam.

Vries, K. de (2011). *Onderzoek opvoeren brom- en snorfietsen; Maatregelen voor het tegengaan van opvoeren*. Afstudeerscriptie voor het afronden van de opleiding Autotechniek aan de Hogeschool Rotterdam.

VWS, 2000, *Actieplan Zorg Verzekerd*. Brief aan de Tweede Kamer, d.d. 6 november 2000, vergaderjaar 2000–2001, 27 488, nr. 1. Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport 's-Gravenhage.

Weijermars, W.A.M. & Schagen, I.N.L.G. van (red.) (2009). *Tien jaar Duurzaam Veilig; Verkeersveiligheidsbalans 1998-2007*. R-2009-14. SWOV, Leidschendam.

Yao, J., Yang, J. & Otte, D., 2008. *Investigation of head injuries by reconstructions of real world vehicle-versus-adult-pedestrian accidents*. In: Safety Science, vol. 46, nr. 7, p. 1103-1114.