

Botsingen van het type 'fietser - autofront'

Ing. C.C. Schoon

R-2003-33

Botsingen van het type 'fietser - autofront'

Factoren die het ontstaan en de letselernst beïnvloeden

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2003-33
Titel:	Botsingen van het type 'fietser - autofront'
Ondertitel:	Factoren die het ontstaan en de letselernst beïnvloeden
Auteur(s):	Ing. C.C. Schoon
Onderzoeksthema:	Voertuigveiligheid
Themaleider:	Ir. L.T.B. van Kampen
Projectnummer SWOV:	35.210
Trefwoord(en):	Car, front, windscreen (veh), roof (veh), sideways collision, cyclist, fatality, severity (accid, injury), accident prevention, prevention, pedestrian, Netherlands.
Projectinhoud:	Studie naar de factoren die van invloed zijn op het type ongeval waarbij de fietser in de flank door het front van een auto wordt geraakt. Daarnaast is onderzocht welke factoren bepalend zijn voor de letselernst.
Aantal pagina's:	34 + 12
Prijs:	€ 11,25
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2004

Samenvatting

In Nederland vallen jaarlijks bijna 200 doden onder fietsers in het verkeer. Het is hiermee de grootste groep slachtoffers onder de kwetsbare verkeersdeelnemers. Binnen Europa heeft Nederland het hoogste aandeel fietsers onder de verkeersdoden (18% van het totaal aantal verkeersdoden in Nederland). Van de fietsongevallen waar motorvoertuigen bij betrokken zijn, is het aandeel van de personenauto 80%. Het meest voorkomende botstype is het ongeval waarbij de fietser in de flank door het front van een auto wordt geraakt. Het onderzoek heeft zich op dit type ongeval gericht. De standaard gegevens van de VOR-ongevallenregistratie zijn ten behoeve van dit onderzoek aangevuld met gegevens uit processen-verbaal. De ongevalanalyse vond plaats aan de hand van 209 ongevallen waarbij 10 fietsers zijn omgekomen en 199 in een ziekenhuis zijn opgenomen. Het aantal geanalyseerde processen-verbaal bedroeg 32.

In veel gevallen was niets over de aard van het letsel bekend, maar het is duidelijk geworden dat het hoofd van de fietser vaak getroffen werd. Bij de dodelijke slachtoffers kwam hoofdletsel vaker voor dan bij de ziekenhuisgewonden, met veelal de voorruit en het autodak als contactplaats. In zijn algemeenheid komen fietsslachtoffers vooral in aanraking met de voorruit en het dak op wegen met maximumsnelheden van 80 km/uur en hoger. Uit een literatuurstudie wordt een bevestiging van deze bevindingen verkregen. Verder bleek uit de literatuur dat voetgangers vaker met het hoofd in aanraking komen met de motorkap dan met de voorruit en de omgeving van de voorruit.

In dit rapport worden tevens de eisen besproken die vanaf 2005 aan het front van nieuwe personenauto's worden gesteld. Deze eisen zijn gebaseerd op aanrijdingen van motorvoertuigen en voetgangers en niet op die van motorvoertuigen en fietsers. De voertuigonderdelen die vaak door fietsers worden geraakt (de voorruit en het frame van de voorruit), vallen niet onder de nieuwe eisen.

Met betrekking tot deze nieuwe eisen wordt aanbevolen aanvullend onderzoek te verrichten naar contacten met de voorruit en zijn omgeving bij een aanrijding. Een voorstel om de nieuwe eisen middels Europees onderzoek te evalueren, wordt ondersteund in die zin dat het onderzoek zich niet beperkt tot aanrijdingen met voetgangers maar dat ook aanrijdingen met fietsers erbij worden betrokken.

Om de ernst van aanrijdingen met fietsers (en voetgangers) te beperken, zijn naast constructieve ingrepen aan het voertuigfront ook maatregelen gewenst om de rij- en botssnelheden te reduceren. Een botssnelheid tot 30 km/uur geeft fietsers (en voetgangers) nog een goede kans om er zonder ernstig letsel vanaf te komen. Door inrichting van de infrastructuur en -op termijn- door de montage van lokaal aangestuurde snelheidsbegrenzers in voertuigen, kan een rijnsnelheid tot 30 km/uur worden gerealiseerd.

Summary

Cyclist – car front collisions; factors that influence occurrence and injury severity

There are nearly 200 cyclist road deaths a year in the Netherlands. They are, therefore, the largest group of so-called vulnerable road users. The Netherlands has with 18%, therefore, also the highest European Union percentage cyclist road deaths of all road deaths. Where motor vehicles are the crash opponent of cyclists, 80% of these opponents are cars. The most common collision type is the crash in which the cyclist is hit in the flank by the front of a car. This study has concentrated on this collision type.

For this study, the summons form was used to supplement the data from the standard police registration form. The accident analysis used the data of 209 crashes in which 10 cyclists were killed and 199 were in-patients. The number of analyzed summons forms was 32.

In many cases, nothing was known about the nature of the cyclists' injuries, but it became clear that the cyclist's head was often injured. Head injury was more common among those killed than among the in-patients; the contact place was often the windscreen and the car roof. In general, cyclist casualties usually hit the windscreen and the roof in crashes on roads with a speed limit of 80 km/h and higher.

A literature study confirmed these findings. In addition, it illustrated that *pedestrians* more often strike the bonnet with the head than the windscreen and its frame as is the case for cyclists.

This report also discusses the requirements that, from 2005, will be valid for new cars. These requirements are based on collisions of motor vehicles and pedestrians, and not on those between motor vehicles and cyclists. The vehicle parts that are often hit by cyclists (the windscreen and its frame) are, however, not covered by the new requirements.

With regard to these new requirements, we recommend additional research of the contacts with the windscreen and its frame. A proposal to evaluate the new requirements by means of EU research is supported inasmuch as it is not limited to collisions with pedestrians, but also includes collisions with cyclists.

In order to reduce the severity of collisions with cyclists (and pedestrians), what is needed is not only intervention in the construction of the vehicle front, but also measures to reduce the driving and, thus, the collision speeds. A collision speed of 30 km/h provides cyclists (and pedestrians) with a good chance of not incurring any severe injury. The layout of the infrastructure, and (in due time) the installation of locally controlled in-vehicle speed limiters, can result in a driving speed of 30 km/h.

Inhoud

1. Inleiding	7
1.1. Onderzoekopzet	7
1.2. Rapportindeling	8
2. Algemene ongevalanalyse fietsongevallen	9
2.1. Ongevalskenmerken van de totale groep fietsslachtoffers	9
2.2. Ongevalsmanoeuvres bij aanrijdingen met motorvoertuigen	9
2.3. Toedrachten	11
2.4. Samenvatting manoeuvres en toedrachten fietsers	12
3. Ongevalanalyse botstype flank – midden-front	13
3.1. Uitvoering	13
3.2. Resultaten	14
3.2.1. Frequentietabellen voertuiggegevens en letselgegevens	14
3.2.2. Kruistabellen voertuiggegevens en letselgegevens	15
3.2.3. Analyse	18
4. Literatuurstudie aanrijdingen fietsers en voetgangers	20
4.1. Nieuwe Europese eisen personenauto's ("pedestrian protection")	20
4.2. Literatuurstudie aanrijdingen autofront met fietsers en voetgangers	21
4.2.1. Japanse ongevalanalyse en mathematische simulatie	21
4.2.2. Duits onderzoek	22
4.2.3. Fins ongevalonderzoek	23
4.2.4. Letselpatronen	24
4.2.5. Nederlands onderzoek mathematische simulaties	25
4.2.6. Zweeds onderzoek mathematische simulaties (alleen voetgangers)	26
5. Potentiële maatregelen	27
5.1. Maatregelen op het gebied van ongevalspreventie	27
5.2. Maatregelen op het gebied van letselpreventie	28
5.2.1. Aandachtspunten uit ongevalsanalyse en literatuurstudie	28
5.2.2. Maatregelen betreffende de mens	28
5.2.3. Maatregelen betreffende het voertuig	28
5.2.4. Maatregelen betreffende de infrastructuur	29
6. Conclusies en aanbevelingen	31
Literatuur	33
Bijlage 1 Aandeel doden onder fietsers en voetgangers in de Europese landen	35
Bijlage 2 Resultaten analyse fietsongevallen front auto – flank fiets	39
Bijlage 3 EEVC- en EuroNCAP-tests en innovaties aan voertuigfronten	43

1. Inleiding

In 2002 is binnen het SWOV-thema *Voertuigveiligheid* het project *Tweewielerveiligheid* uitgevoerd. Het doel was in eerste instantie het uitvoeren van een verkeersveiligheidsverkenning onder tweewielers: fietsers, brom- en snorfietsen en motorfietsers. Aan de hand van deze verkenning werd vervolgens vastgesteld welke categorie binnen de groep tweewielers voor een nadere verkeersveiligheidsanalyse in aanmerking kwam. Het resultaat van dit onderzoek is beschreven in SWOV-rapport R-2002-5: *Tweewielerongevallen. Analyse van ongevallen, letsel en expositiegegevens voor het bepalen van prioriteiten voor nader onderzoek* (Van Kampen & Schoon, 2002).

Voor de drie categorieën tweewielers zetten we het jaarlijks aantal slachtoffers nog eens op een rij.

In *Tabel 1.1* is het aantal doden en ziekenhuisgewonden opgenomen. Van de ziekenhuisgewonden zijn naast de door de politie geregistreerde slachtoffers tevens de werkelijke aantallen opgenomen. Vooral wat het aantal fietsslachtoffers betreft is er een fors verschil tussen de geregistreerde en werkelijke aantallen. Dit heeft voor een groot deel te maken met de onderregistratie van fietsongevallen waar geen gemotoriseerd verkeer bij is betrokken.

Ernst	Fiets	Brom-/ snorfiets	Motorfiets
Doden	195	78	76
Zh-gewonden			
- geregistreerd	2.082	1.767	767
- werkelijk	6.860	2.930	1.330

1) Spoedeisende eerste hulp

Tabel 1.1. Slachtoffercijfers uit 2001 die illustreren dat qua absolute omvang de fiets het slechtst scoort ten opzichte van beide andere categorieën tweewielers (cijfers: AVV-BG).

Uit de cijfers blijkt dat onder fietsers de meeste slachtoffers vallen. Vooral het aantal dodelijke slachtoffers is hoog. Het conflicttype 'front auto - fietser' kwam in de studie van 2002 duidelijk als aandachtspunt naar voren. Dit was de aanleiding om nader onderzoek te verrichten naar dit type ongeval.

1.1. Onderzoeksopzet

De bedoeling van het huidige onderzoek is te achterhalen welke ongevalskenmerken in relatie staan met het *ontstaan* van het conflicttype 'front auto – fietser', en daarnaast welke factoren bijdragen aan de *letselernst van het ongeval*. De resultaten kunnen dan indicaties opleveren voor maatregelen om dergelijke typen conflicten te voorkomen (ongevalspreventie) en om de ernst van letsels te verminderen (letselpreventie).

Hiertoe zijn ruim 200 ongevallen geanalyseerd waarbij onder meer gebruik is gemaakt van de door de politie opgestelde processen-verbaal (pv's).

Uit deze analyse blijkt dat vooral de factoren die bijdragen aan de ernst van het ongeval een uitgebreidere analyse noodzakelijk maken. We doelen hier

met name op het front van personenauto's waarvoor recent nieuwe Europese regelgeving is gemaakt (zie § 4.1). Deze regelgeving is gebaseerd op de botsing van de voetganger tegen het autofront en niet op botsing van de fietser tegen het autofront. Nu is dit niet verwonderlijk, daar fietsongevallen een specifiek Nederlands probleem zijn, terwijl voetgangerongevallen meer een Europees probleem vormen. Ter illustratie de volgende cijfers:

Het aandeel omgekomen fietsers c.q. voetgangers ten opzichte van het totaal aantal doden in Nederland bedraagt:
* fietsers 18%, voetgangers 10%.

Er zijn slechts drie Europese landen met het aandeel doden onder fietsers van boven de 10%. Dit zijn:
* Hongarije (15%), Finland (13%) en Denemarken (12%).

Er zijn vijf Europese landen die wat de doden onder voetgangers betreft een aandeel van 20% en meer hebben:
* Hongarije (29%), United Kingdom (25%), Zwitserland (22%), Portugal (21%) en Denemarken (20%).

Voor het totale overzicht wordt verwezen naar *Bijlage 1* waarin drie tabellen zijn opgenomen met daarin de cijfers afkomstig van IRTAD over:

- aantal/aandeel doden per land;
- aantal/aandeel omgekomen fietsers per land;
- aantal/aandeel omgekomen voetgangers per land.

Voor het huidige onderzoek is een literatuurstudie verricht naar internationale ongevallen- en simulatiestudies, voorgenomen Europese eisen voor het front van auto's ('pedestrian protection'), en innovatieve maatregelen om letselernst te reduceren. Deze studie wil de verschillen vaststellen tussen een aanrijding van een fietser door een auto en een aanrijding van een voetganger door een auto. Recente en oudere studies uitgevoerd in Europa, Japan en de Verenigde Staten komen aan de orde. Ook is in de literatuurstudie aandacht besteed aan de mogelijkheden om het front van personenauto's 'botsvriendelijker' te maken.

1.2. Rapportindeling

De indeling van het rapport is als volgt:
Eerst worden in *Hoofdstuk 2* de algemene kenmerken van fietsongevallen en de kenmerken van fietsongevallen waar motorvoertuigen bij betrokken zijn besproken. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de studie uit 2002. Vervolgens worden in *Hoofdstuk 3* de opzet en resultaten beschreven van de specifieke ongevallenanalyse waarbij van pv's gebruik is gemaakt. De ongevallenstudies in de *Hoofdstukken 2* en *3* hebben betrekking op ongevallen die in Nederland hebben plaatsgevonden. In aanvulling hierop worden in *Hoofdstuk 4* de resultaten van de hierboven genoemde internationale literatuurstudie gegeven. *Hoofdstuk 5* geeft een overzicht van de maatregelen die mogelijkwerijs kunnen bijdragen aan het voorkomen van ongevallen en letsel. Tot slot bevat *Hoofdstuk 6* de conclusies en aanbevelingen die op dit onderzoek gebaseerd zijn.

2. Algemene ongevalanalyse fietsongevallen

2.1. Ongevalsekenmerken van de totale groep fietsslachtoffers

Met zo'n 200 doden en 7.000 werkelijke aantallen ziekenhuisgewonden op jaarbasis vormen fietsslachtoffers een zeer aanzienlijk verkeersveiligheidsprobleem. De analyse van de algemene gegevens van fietsongevallen uit de VOR-databank (AVV-BG data) leidt tot de volgende bevindingen:

Leeftijdsverdeling: fietsslachtoffers komen verspreid voor onder alle leeftijdsgroepen met nadruk op 0-14 jarigen en 65-plussers.

Geslacht: er vallen evenveel mannelijke als vrouwelijke slachtoffers.

Tegenpartij: motorvoertuigen (personenauto's, bestelauto's en vrachtauto's) vormen met een aandeel van 64% het merendeel van de botspartners van de fiets. Hiervan hebben op 50 km/uur-wegen personenauto's een aandeel van 80% en op 80 km/uur-wegen een aandeel van 78%.

Aangrijppunten: fietsers worden het vaakst (bij meer dan 50% van de conflicten) in de flank getroffen door motorvoertuigen; de linkerkant wordt beduidend vaker geraakt dan de rechter. Ofwel, van rechts komende fietsers komen vaker in de ongevalsstatistiek voor dan van links komende fietsers. In *Hoofdstuk 3* gaan we hierop uitgebreider in.

Welke ongevalsmanoeuvres en -toedrachten bij ongevallen met fietsers een rol spelen, wordt in de *Paragrafen 2.2* en *2.3* behandeld.

2.2. Ongevalsemanoeuvres bij aanrijdingen met motorvoertuigen

Als ongevalsmanoeuvres zijn onderscheiden:

- aanrijdingen op dezelfde weg zonder afslaan, onderverdeeld in voertuigen in dezelfde richting en tegenovergestelde richting;
- aanrijdingen op dezelfde weg met afslaan, onderverdeeld in voertuigen in dezelfde richting en tegenovergestelde richting;
- aanrijdingen tussen kruisend verkeer (op kruispunten en uitritten), onderverdeeld in zonder afslaan en met afslaan.

De ongevalsmanoeuvres zijn onderzocht voor de meest voorkomende wegtypen: de 50- en 80-km/uur wegen.

In de *Tabellen 2.1* en *2.2* wordt eerst het absolute aantal geregistreerde ongevallen vermeld van aanrijdingen tussen fietsers en snelverkeer. Het gaat om ernstige ongevallen; geselecteerd zijn de ongevallen waarbij doden en ziekenhuisgewonden onder fietsers zijn gevallen. In de eerste kolom is het snelverkeer onderscheiden in personenauto, bestelauto en vrachtauto. In de daarna volgende kolommen staat de procentuele verdeling van deze ongevallen verdeeld naar type manoeuvre; horizontaal vormen de percentages een totaal van 100%. Een dergelijke verdeling stelt ons in staat te beoordelen welke manoeuvres er uitspringen, in zowel positieve als negatieve zin.

Tabel 2.1 bevat de cijfers van fietsongevallen op wegen met een snelheidslimiet van 50 km/uur.

Conflictpartners (voertuig x tegenpartij)	Abs.	Zelfde weg, zonder afslaan:		Zelfde weg, met afslaan:		Kruisende wegen ²⁾		Overig
		Zelfde richting	T.o. richting	Zelfde richting	T.o. richting	Zonder afslaan	Met afslaan	
Pers. x fiets	5066	7	4	14	20	32	19	4
Bestel. x fiets	646	11	5	13	21	31	15	5
Vracht./ bus x fiets	619	13	4	35	10	19	15	4

1) totaal telt horizontaal op tot 100% 2) ook in- en uitritten

Tabel 2.1. *Ongevallen (gesommeerd over de jaren 1995 t/m 1999) met ernstig gewonde slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) op 50 km/uur-wegen, verdeeld naar conflictpartners en ongevalsmanoeuvre in procenten (bron: AVV-BG).*

De absolute cijfers in de eerste kolom maken direct duidelijk dat het conflict personenauto/fiets het meest voorkomt (in vijf jaar tijd ruim 5000 ernstige ongevallen). In *Tabel 2.1.* zijn de ongevallen met een aandeel van 15% en meer vet afgedrukt. De meeste fietsongevallen met personenauto's vinden op kruispunten plaats waarbij wordt overgestoken (aandeel 32%). Afslaan op kruispunten geeft 19% van het aantal ongevallen. Bij elkaar valt 50% van de fietsongevallen op kruispunten. Botsingen ten gevolge van het afslaan op de dezelfde weg zijn verantwoordelijk voor ruim een derde van het aantal ongevallen.

Bij aanrijdingen van bestelauto's met fietsers zien we dezelfde uitspringers als bij de personenauto's.

De vrachtauto onderscheidt zich wel van de personen- en bestelauto: het ongeval van de afslaan vrachtauto (dode hoek problematiek) komt met 35% relatief het meest voor.

Tabel 2.2. toont de cijfers met betrekking tot fietsongevallen op 80 km/uur-wegen.

Conflictpartners (voertuig x tegenpartij)	Abs.	Zelfde weg, zonder afslaan:		Zelfde weg, met afslaan:		Kruisende wegen ²⁾		Overig
		Zelfde richting	T.o. richting	Zelfde richting	T.o. richting	Zonder afslaan	Met afslaan	
Pers. x fiets	1251	12	6	15	18	38	11	1
Bestel. x fiets	224	18	6	13	16	31	15	1
Vracht./ bus x fiets	129	20	9	16	11	31	12	2

1) totaal telt horizontaal op tot 100% 2) ook in- en uitritten

Tabel 2.2. *Ongevallen (gesommeerd over de jaren 1995 t/m 1999) met ernstig gewonde slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) op 80 km/uur-wegen, verdeeld naar conflictpartners en ongevalsmanoeuvre in procenten (bron: AVV-BG).*

Uit de absolute cijfers in de eerste kolom blijkt dat het conflict van fietsers met personenauto's op de 80 km/uur-wegen beduidend minder plaats vindt dan op de 50 km/uur-wegen (in vijf jaar tijd respectievelijk 1251 en 5066 ernstige ongevallen).

Ook op de 80 km/uur-wegen is het oversteken op kruispunten het gevaarlijkst. Het conflict met personenauto's geeft het hoogste aandeel ongevallen met 38%; de conflicten met de bestel- en vrachtauto hebben elk een aandeel van 31%.

Het conflicttype waarbij de botspartners op dezelfde weg zitten en in dezelfde richting rijden, heeft voor zowel de aanrijdingen met bestelauto's als die met vrachtauto's nog een behoorlijk aandeel in het aantal ongevallen: respectievelijk 18 en 20%.

2.3. Toedrachten

In de database van de geregistreerde ongevallen is het kenmerk 'Toedracht van het ongeval' opgenomen. Aan de hand van de door de politie gemaakte omschrijving van het ongeval, wordt de toedracht gecodeerd. Voorbeelden van toedrachten zijn: 'door rood licht', 'geen voorrang verleend', etc. Van de toedrachten van ernstige ongevallen waar fietsers bij betrokken zijn, zijn de meest voorkomende toedrachten geselecteerd (met een aandeel van meer dan 5%), en in *Tabel 2.3* opgenomen. Ook vermeld is de variabele 'geen toedracht'. Dit betekent dat geen oorzaak van het ongeval kon worden vastgesteld of dat de politie niet in staat was een schuldige partij aan te wijzen. Aangezien dit ongevalskenmerk 'toedracht' geen hard gegeven is, dient het wel met enige reserve te worden beschouwd.

Evenals bij de verdeling van de ongevallen naar manoeuvres, is ook nu weer onderscheid gemaakt tussen de 50- en 80 km/uur-wegen, en zijn als conflictpartners personenauto's, bestelauto's en vrachtauto's beschouwd. Als eerste volgen de cijfers voor de 50 km/uur-wegen.

Conflictpartners (voertuig x tegenpartij)	Abs.	Typen toedrachten met de ongevalsverdeling in % ¹⁾ (selectie toedrachten bij een aandeel van, 5% en meer)						
		Rood licht	Te weinig afstand	Geen voorrang	Geen doorgang	Bocht fout nemen	Overig	Geen toedracht
Pers. x fiets	5066	2/6	1/0	17/30	8/10	2/1	12/20	58/33
Bestel. x fiets	646	2/4	2/1	18/27	8/9	3/1	13/23	55/36
Vracht./ bus x fiets	619	3/5	1/0	15/17	29/5	2/2	8/24	42/47

1) aangeduid is: toedracht motorvoertuig/toedracht fiets in %; %'s vóór resp. na de schuine streep tellen horizontaal op tot 100%

Tabel 2.3. Ongevallen met ernstig gewonde slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) op 50 km/uur-wegen, verdeeld naar conflictpartners en toedrachten.

In *Tabel 2.3* is zowel de toedracht voor het motorvoertuig opgenomen als die voor de fietser. Het type toedracht 'geen voorrang (verleend)' komt het meest voor. Vooral bij de confrontaties tussen personenauto/fiets en bestelauto/fiets zijn het volgens de codeurs vaker de fietsers die geen voorrang verlenen dan de automobilisten. Bij vrachtauto's is er in dit opzicht weinig onderscheid. Bij het conflict van vrachtauto's met fietsers wordt bij de toedracht 'geen doorgang (verlenen)' wel vaker toegeschreven aan de vrachtautobestuurder. De overige typen toedracht komen relatief weinig voor, en daarbij zijn de verschillen tussen bestuurders van motorvoertuigen en fietsers niet groot.

In *Tabel 2.4* zijn de cijfers voor de 80 km/uur-wegen opgenomen. Aangezien het samenstellen van de ongevallencijfers met de toedrachten voor beide botspartners bijzonder bewerkelijk is, is in onderstaande tabel alleen de toedracht voor het motorvoertuig opgenomen.

Conflictpartners (voertuig x tegenpartij)	Abs.	Typen toedrachten met de ongevalsverdeling in % ¹⁾ (selectie toedrachten bij een aandeel van 5% en meer)						
		Te weinig afstand	Te veel rechts	Geen voor- rang	Geen door- gang	Bocht fout nemen	Overig	Geen toedracht
Pers. x fiets	1251	3	3	6	2	2	7	75
Bestel. x fiets	224	5	6	9	3	3	9	64
Vracht./ bus x fiets	129	4	5	8	9	4	8	61

1) aangeduid is de toedracht van het motorvoertuig in %; horizontaal tellen ze op tot 100%.

Tabel 2.4. *Ongevallen met ernstig gewonde slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) op 80 km/uur-wegen, verdeeld naar conflictpartners en toedrachten.*

Uit de laatste kolom blijkt dat bij aanrijdingen van de fiets met de drie typen motorvoertuig nu vaker 'geen toedracht' voor motorvoertuigen wordt vermeld dan bij de 50 km/uur-wegen (aandeel voor elk van de motorvoertuigen nu ca. 20% hoger). Dit zal mogelijk veroorzaakt worden door het feit dat er buiten de bebouwde kom meer verkeerssituaties zijn waar het snelverkeer voorrang heeft dan binnen de bebouwde kom.

Kijken we in de tabel verder naar andere ongevalstoedrachten, dan komt het aandeel voor motorvoertuigen in geen enkel geval boven de 10%.

2.4. **Samenvatting manoeuvres en toedrachten fietsers**

De meeste fietsongevallen met personenauto's vinden op kruispunten plaats waarbij wordt overgestoken (aandeel 32%). Afslaan op kruispunten is verantwoordelijk voor 19% van het aantal ongevallen. Bij elkaar vallen op kruispunten 50% van de ongevallen. Botsingen als gevolg van het afslaan op dezelfde weg, zijn verantwoordelijk voor ruim een derde van het aantal ongevallen.

Toedrachten van de conflicten tussen fiets en motorvoertuigen wijzen op problemen bij het geven van voorrang, waarbij eerder aan de fietser wordt toegeschreven dat deze geen voorrang verleent dan aan het snelverkeer.

3. Ongevallenanalyse botstype flank – midden-front

3.1. Uitvoering

Op basis van de ongevallenanalyse van het vorige hoofdstuk is vastgesteld dat fietsongevallen met personenauto's op kruispunten als eerste voor een nadere analyse in aanmerking komen.

Teneinde dit ongevalstype te selecteren is gebruik gemaakt van het VOR-bestand. Uit dit bestand zijn ongevallen geselecteerd die voldoen aan de criteria:

- aanrijding fiets - auto
- aangrijppunt auto voorzijde
- ernst letsel fietser: ziekenhuisopname of dood
- jaar: eerste helft 2001.

Deze selectie leverde in totaal 430 fietsongevallen op waar personenauto's bij betrokken waren (zie *Tabel 3.1*). In deze tabel zijn de aangrijppunten aan de voorzijde van de personenauto (verdeeld naar links, midden en rechts) gekruist met die van de fiets (alle zijden).

Aangrijppunt fiets	Aangrijppunt auto voorzijde				%
	Links	Midden	Rechts	Totaal	
Voorzijde	27	35	37	99	23
Linker zijkant	19	127	31	177	41
Rechter zijkant	14	102	13	129	30
Achterzijde	2	14	9	25	6
Totaal	62	278	90	430	100
%	14	65	21	100	

Tabel 3.1 Het aantal fietsongevallen met ernstig letsel (doden en ziekenhuisgewonden) verdeeld naar de aangrijppunten van de fiets en de auto van fietsongevallen (cijfers eerste helft 2001; bron AVV-BG).

Uit *Tabel 3.1* blijkt dat de meeste aanrijdingen van fietsers tegen de voorzijde van een personenauto, in het midden van het front plaats vinden (aandeel 65%). Er vindt vaker een botsing plaats tegen de rechter voorzijde van de auto dan tegen de linker voorzijde (respectievelijk 21% en 14%). De fietser wordt vaker in de flank geraakt dan aan de voor- of achter zijde (aandelen respectievelijk 71%, 23% en 6%).

De aangrijppunten van de auto linksvoor en rechtsvoor betreffen de hoekpunten van de auto: aanrijdingen tegen de flanken links en rechts voor vallen hier dus ook onder. Teneinde de zuiver frontale aanrijdingen verder te bestuderen, richten we ons nader op de ongevallen waarbij de fietser met het midden van het front van een personenauto in aanraking is gekomen. Daarnaast is gekozen voor die aanrijdingen waarbij de fiets in de flank werd geraakt. Bij deze aanrijdingen wordt de fietser zelf vaak direct geraakt, en

daarmee is dit type aanrijding min of meer te vergelijken met een botsing van een voetganger met het front van een personenauto.

Uit *Tabel 3.1.* blijkt dat er 127 aanrijdingen zijn tegen de linker flank van de fiets en 102 aanrijdingen tegen de rechter flank; in totaal 229 ongevallen. Van deze ongevallen zijn aan de hand van het VOR-registratieformulier-nummer kopieën van de registratiesets bij AVV-BG opgevraagd. Na een handmatige beoordeling op volledigheid van de gegevens op het formulier, kwamen voor de vervolganalyse 209 ongevallen in aanmerking. Aan de hand van het pv-nummer op het VOR-registratieformulier werd het pv opgevraagd bij Stichting Processen-Verbaal te Zoetermeer.

Verkregen aantal processen-verbaal

Op het VOR-registratieformulier is standaard vermeld of van het ongeval een pv is opgemaakt, of dat er een 'rapport' van is. Zo'n rapport is eigenlijk niet meer dan het feitelijke VOR-registratieformulier.

Het volgende overzicht geeft aan hoeveel pv's en rapporten er volgens het VOR-registratieformulier zouden moeten zijn, en tussen haakjes hoeveel door de SWOV ontvangen zijn:

pv:	80 ongevallen (ontvangen pv's: 28)
rapport:	126 ongevallen (ontvangen pv's: 4)
onbekend:	3 ongevallen
totaal:	209 ongevallen

Uit dit overzicht blijkt dat van 32 ongevallen een pv werd verkregen. Van de VOR-registratieformulieren met een pv-aanduiding is dit een aandeel van 40%. Op het totaal aantal van 209 ongevallen (met en zonder aanduiding 'pv') bedraagt het aandeel 15%.

De pv's en VOR-registratieformulieren zijn vervolgens aan de hand van de ongevalomschrijving handmatig gecodeerd op de volgende ongevalskenmerken:

- wegtype, fietslocaties (fietspad/strook, oversteekplaats, rotonde), toedracht ongeval
- voertuigenkenmerken: merk auto, type fiets, snelheden van auto en fiets en daarnaast op de volgende specifieke botskenmerken:
 - met welke delen van de auto is de fietser in aanraking gekomen:
 - bumper, motorkap, spatbord, voorruit en dak;
 - welke lichaamsdelen van de fietser hebben letsel opgelopen:
 - been (benen), heup, borst, arm(en)/ hand(en) en hoofd.

Deze gegevens zijn vervolgens gekoppeld aan de VOR-ongevalsgegevens zodat een databestand met fietsslachtoffers werd verkregen voor de analyse van het botstype: midden front personenauto's tegen flank fiets.

Voor de algemene ongevalgegevens en kruistabellen wordt verwezen naar *Bijlage 2. In Paragraaf. 3.2.* wordt nader ingegaan op de specifieke voertuiggegevens en letselgegevens.

3.2. Resultaten

3.2.1. Frequentietabellen voertuiggegevens en letselgegevens

Gegevens betreffende de botsing van de fietser met de auto zijn uit de ongevalsbeschrijving overgenomen. In sommige gevallen gaf het proces

verbaal nog aanvullende informatie. Echter in vrij veel gevallen was de informatie onduidelijk of onvolledig (hierna aangeduid met 'onbekend' of 'overig'. De letselinformatie was in zo'n driekwart van de gevallen door de politie op het registratieformulier vermeld.

Met welke delen van de auto is de fietser in aanraking gekomen (N=209)

alleen bumper	2%
alleen motorkap	15%
alleen spatbord	1%
alleen voorruit	1%
alleen dak	1%
combinatie incl. voorruit	20%
combinatie incl. dak	8%
overig / onbekend	52%

Welke lichaamsdelen van de fietser hebben (het meeste) letsel opgelopen (N=209)

hoofd	23%
been (benen)	13%
heup	1%
borst	1%
arm(en)/ hand(en)	2%
combinatie incl. hoofd	15%
overige combinaties	22%
onbekend	24%

Merk auto (N=209)

merk bekend	21%
merk onbekend	79%

Bouwjaar auto (N=209)

t/m 1995	57%
1996 t/m 2000	38%
onbekend	5%

Snelheid auto (schatting, voor zover door politie is vastgesteld); (N=209)

t/m 50 km/uur	13%
t/m 100 km/uur	10%
onbekend	77%

Type fiets (N=209)

normaal	83%
ATB/mountainbike	5%
kinderfiets	3%
racefiets	1%
overig / onbekend	8%

3.2.2. *Kruistabellen voertuiggegevens en letselgegevens*

De volgende vier tabellen behandelen de lichaamsdelen van de fietser die letsel hebben opgelopen en de delen van de auto waar de fietser mee in aanraking is gekomen. *Tabel 3.1* geeft eerst informatie over de getroffen lichaamsdelen.

Getroffen lichaamsdelen	Snelheidslimiet weg					
	30 km	50 km	70 km	80 km	Totaal	Percentage
Benen		22		5	27	13%
Heup				1	1	0%
Borst		1			1	0%
Arm(en)		4			4	2%
Hoofd	1	32	2	12	47	22%
Comb. incl hoofd		21	2	9	32	15%
Overig/onbekend	6	74	2	15	97	46%
Totaal	7	154	6	42	209	100%
Percentage	3%	74%	3%	20%	100%	N=209

Tabel 3.1. *Het aantal fietsslachtoffers naar snelheidslimiet weg en lichaamsdelen die zijn geraakt.*

Uit beschrijvingen van het ongeval en het type letsel is zo goed als mogelijk gehaald welk lichaamsdeel van de fietser tijdens de aanrijding met het front van de personenauto is geraakt (zie *Tabel 3.1*). Maar in veel gevallen (46%) was niet duidelijk welke lichaamsdelen specifiek waren geraakt, dan wel was geheel niets over de aard van het letsel bekend.

Het hoofd van het fietsslachtoffer is het meest getroffen lichaamsdeel met een aandeel van 37% (22% + 15%). Op de 80 km/uur-wegen wordt het hoofd relatief vaker getroffen dan op de 50 km/uur-wegen (resp. 50% vs. 35%). Op de benen na (een aandeel van 13%) worden andere lichaamsdelen nauwelijks in de ongevals- en/of letselbeschrijving genoemd.

Bij een nadere uitsplitsing van de 199 ziekenhuisgewonden en 10 doden (niet in *Tabel 3.1* opgenomen) blijkt dat onder de ziekenhuisgewonden het aandeel van het hoofd als getroffen lichaamsdeel 36% bedraagt (bij een percentage onbekend/overig van 47%) en dat dit aandeel onder de doden 70% bedraagt (onbekend/overig 30%)

Tabel 3.2 toont een nadere verdeling naar de leeftijden van de fietsslachtoffers.

Getroffen lichaamsdelen	Leeftijd slachtoffer											Totaal
	0-14	15-17	18-19	20-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75+	Onb.	
Benen	8	7	3	1			3	1	4			27
Heup							0			1		1
Borst						1	0					1
Arm(en)	1		1			1	0		1			4
Hoofd	9	8	3	4	2	4	1	3	7	6		47
Comb. incl hoofd	6	2		1	3	5	4	4	3	4		32
Overig /onbekend	18	10	2	4	14	11	15	8	7	7	1	97
Totaal	42	27	9	10	19	22	23	16	22	18	1	209

Tabel 3.2. *Het aantal fietsslachtoffers naar leeftijden fietsslachtoffers en lichaamsdelen die zijn geraakt.*

Ook bij de verdeling naar leeftijd vinden we uiteraard het hoge aandeel overig/onbekend voor getroffen lichaamsdelen. Voor de rest zijn geen duidelijke verschillen op te merken aangaande de verdeling van de leeftijden van de fietsslachtoffer naar geraakte lichaamsdelen.

Tabel 3.3 toont met welke delen van het voertuig de fietsslachtoffers in aanraking zijn gekomen.

Geraakte delen auto	Snelheidslimiet weg					Percentage
	30 km	50 km	70 km	80 km	Totaal	
Alleen bumper		3		1	4	2%
Alleen motorkap	2	25	1	3	31	15%
Alleen spatbord		2			2	1%
Alleen voorruit	1	1		1	3	1%
Alleen dak		1			1	0%
Comb. incl. voorruit	2	28	1	10	41	20%
Comb. incl. dak		9	2	6	17	8%
Overig/onbekend	2	85	2	21	110	52%
Totaal	7	154	6	42	209	100%
Percentage	3%	74%	3%	20%	100%	N=209

Tabel 3.3. Het aantal fietsslachtoffers naar snelheidslimiet weg en delen van de auto die door de fietser zijn geraakt.

De motorkap, voorruit en het dak komen het meest voor in de ongevalsbeschrijving, maar ook hier vinden we een hoog percentage overig/onbekend van 52%. Bij de fietsslachtoffers die op 80 km/uur-wegen zijn gevallen, wordt de combinatie van voorruit en dak relatief vaker genoemd dan bij de slachtoffers die zijn gevallen op 50 km/uur-wegen (respectievelijk 40% vs. 26%). Dit in tegenstelling tot de motorkap, die vaker voorkomt bij fietsslachtoffers gevallen op 50 km/uur-wegen dan op 80 km/uur-wegen (16% vs. 7%).

Het dak komt in totaal 8% voor. Bij de nadere uitsplitsing van de 209 doden en ziekenhuisgewonden (niet in *Tabel 3.3* opgenomen) blijkt onder de *ziekenhuisgewonden* het aandeel van een getroffen dak 7% te zijn; onder de *doden* bedraagt dit aandeel 50%. Van een getroffen voorruit zijn deze percentages respectievelijk 22 en 20%.

De relatie tussen de in de ongevalsformulieren genoemde voertuigonderdelen en de leeftijden van de fietsslachtoffers volgt uit *Tabel 3.4*. Hoewel er relatieve verschillen zijn op te merken tussen de diverse leeftijdsklassen en de geraakte delen van de auto's, kan niet duidelijk één bepaalde leeftijdsklasse in verband worden gebracht met één specifiek onderdeel.

Geraakte delen auto	Leeftijd slachtoffer											Totaal
	0-14	15-17	18-19	20-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75+	Onb.	
Alleen bumper		1					1		2			4
Alleen motorkap	5	3	1		3	5	4	1	5	4		31
Alleen spatbord							1		1			2
Alleen voorruit					1	1	1					3
Alleen dak					1							1
Comb. incl. voorruit	11	4	5	1	4	4	2	2	3	5		41
Comb. incl. dak	3	3	2	1	1	0	2	0	4	0	1	17
Overig/onbekend	23	16	1	8	9	12	12	13	7	9		110
Totaal	42	27	9	10	19	22	23	16	22	18	1	209

Tabel 3.4. *Het aantal fietsslachtoffers naar leeftijden fietsslachtoffers en geraakte delen van het front van de personenauto's.*

3.2.3. Analyse

Samengevat kunnen voor een aantal hoofdkenmerken van het botstypen flank – midden-front de volgende percentages worden gegeven:

- 5% doden
- 33% van de slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) is 24 jaar en jonger
- 79% van de slachtoffers valt binnen de bebouwde kom
- 79% valt op een kruispunt
- 22% valt gedurende schemer en nacht

Oversteken (op kruispunten) leidt tot veel fietsslachtoffers. De fietsers belanden hierbij vaak op de voorzijde van de personenauto. Het zijn vaker de fietsers die geen voorrang geven, dan de automobilisten. Veel slachtoffers zijn gevallen op andere dan 30 km/uur-wegen waar hogere botssnelheden zijn te verwachten.

In veel gevallen was niets over de aard van het letsel bekend. Wel is duidelijk geworden dat het hoofd van het fietsslachtoffer het meest getroffen lichaamsdeel is, en dat dit relatief vaker buiten de bebouwde kom dan binnen de bebouwde kom gebeurt. Bij de dodelijke slachtoffers kwam hoofdletsel vaker voor dan bij de ziekenhuisgewonden.

Slachtoffers komen vooral in aanraking met de voorruit en het dak bij ongevallen op 80 km/uur-wegen; de motorkap wordt vooral bij ongevallen op 50 km/uur-wegen geraakt. Onder de doden kwam relatief vaker een getroffen dak voor dan onder de ziekenhuisgewonden. Voor de voorruit is er in dit opzicht weinig verschil tussen doden en ziekenhuisgewonden.

Het is niet mogelijk gebleken nader op de auto-eigenschappen in te gaan omdat het ongevalsmateriaal dat niet toestaat. Het aandeel 'merk auto onbekend' is daarvoor met 79% te groot. Ook het leggen van een relatie tussen de ernst van het letsel en de botssnelheid is niet mogelijk gebleken, daar in veel gevallen door de politie geen opgave van de vermoedelijke botssnelheid van de auto is gedaan.

Het 'oversteken' (en het 'plots oversteken') zijn ongevalskenmerken die veel voorkomen bij conflicten van het type "fietser - autofront". Bij een hogere maximale snelheidslimiet van de weg is de kans groter dat het fiets-slachtoffer dan verder naar achteren op de motorkap terecht komt en met de voorruit en het dak in aanraking komt.

Met het raken van de voorruit en het dak komen fietsers dus verder op de auto terecht dan alleen op de motorkap. Recente stappen met betrekking tot 'pedestrian protection' die in EU-verband zijn genomen om het front van personenauto's veiliger te maken, hebben echter alleen betrekking op de bumper en motorkap (zie *Paragraaf 4.1.* van de literatuurstudie). Met de aanduiding 'pedestrian protection' wordt al aangegeven dat besluitvorming omtrent de EU-voertuigeisen in Europa eerder gericht is op de bescherming van voetgangers dan op die van fietsers. Dat minder aandacht aan de voorruit en de dakrand wordt besteed, zou kunnen betekenen dat voetgangers minder ver op de auto belanden dan fietsers.

Teneinde hier nadere uitspraken over te kunnen doen is in de literatuur gezocht naar ongevalanalyses van zowel voetganger- als fietsaanrijdingen binnen dezelfde analyse (zie *Paragraaf 4.2.* van de literatuurstudie).

4. Literatuurstudie aanrijdingen fietsers en voetgangers

4.1. Nieuwe Europese eisen personenauto's ("pedestrian protection")

Onderzoek dat de laatste jaren is verricht naar de bescherming van voetgangers heeft geleid tot nieuwe Europese eisen voor personenauto's ("pedestrian protection") die in vier fasen ingevoerd zullen worden (Publicatieblad EU, 2003):

- Fase 1: personenauto's en bestelauto's (die van personenauto's zijn afgeleid) tot 2500 kg die na 1 oktober 2005 als nieuw type op de markt worden gebracht, moeten aan een richtlijn voldoen die bestaat uit vijf tests: twee bumpertests tot bescherming tegen beenletsel, één test voorkant motorkap ter bescherming van bovenbeenletsel, één motorkaptest tot bescherming tegen hoofdletsel en één voorruittest tot bescherming tegen hoofdletsel. Deze voorruittest bestaat alleen uit een registratie van de HIC-waarde; een max. waarde wordt niet voorgeschreven, ook niet in de volgende fasen.
- Fase 2: in september 2010 worden voor nieuwe voertuigtypen zwaardere eisen gesteld aan de vier eerstgenoemde tests van fase 1 .
- Fase 3: met ingang van 31 december 2012 zullen de eisen zoals genoemd onder fase 1 gelden voor alle nieuwe voertuigen die op de markt worden gebracht.
- Fase 4: met ingang van 1 september 2015. De zwaardere eisen zoals genoemd onder fase 2 zullen gelden voor alle nieuwe voertuigen die op de markt worden gebracht.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de autoindustrie nog tot 1 juli 2004 de tijd heeft om met alternatieven te komen, mits die ten minste evenveel effect sorteren als de hiervoor genoemde maatregelen. De alternatieven mogen ook actieve veiligheidsmaatregelen betreffen dan wel een combinatie van actieve en passieve maatregelen.

De tests genoemd onder de vier fasen zijn afgeleid van de tests die in het kader van onderzoek van de EEVC Working Group 17 zijn ontwikkeld (EEVC: European Enhanced Safety Vehicle Committee); (EEVC, 1998). Personenauto's die aan deze tests voldoen, dragen bij aan het reduceren van letsel van met name voetgangers bij ongevallen met personenauto's tot een snelheid van 40 km/uur. Het gaat hier om reductie van ernstig (blijvend) letsel aan de benen door het contact met het front, en reductie van ernstig (dodelijk) hoofdletsel door de klap op de motorkap.

Op de website van EEVC Working Group 17 (<http://www.eevc.org/>) wordt overigens een Franse studie aangehaald die beschrijft dat bij voetganger – autoaanrijdingen in 41% van de gevallen onderdelen van de auto worden geraakt die niet worden bestreken door de EEVC Working Group 10 testmethode (de voorloper van de Working Group 17-tests). Expliciet worden hierbij genoemd de voorruit en A-pillars. De klap van het hoofd op het wegdek (met een aandeel van 13%) is verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van het letsel. Nader onderzoek wordt door de EEVC dan ook aanbevolen.

Over de voorgenomen eisen in vier fasen zijn ook met Japanse and Koreaanse automobielfabrikanten afspraken gemaakt, zodat in Europa op

termijn 99% van de nieuw verkochte personenauto's en lichte bestelauto's aan de eisen zal voldoen.

Over de toepassing van zogenaamde bull bars (vans, jeeps e.d.) vindt nog overleg tussen fabrikanten en de Europese Commissie plaats over een goedkeuringsprocedure.

In *Bijlage 3* wordt nader op deze nieuwe eisen ingegaan. Deze bijlage beschrijft de testmethodes die in het kader van EEVC Working Group 17 zijn ontwikkeld. De tests vormen ook de basis voor de voetganger tests die onder auspiciën van EuroNCAP (European New Car Assessment Programme) worden uitgevoerd.

Door het Britse research instituut TRL is een schatting gemaakt van het effect van deze eisen in termen van slachtofferreductie onder voetgangers (Lawrence, 2003). Na volledige implementatie van de voorzieningen aan het front van personenauto's volgens de eisen van Fase 1, is de schatting een reductie van 3 – 10% van het aantal doden en van 7 – 13% van het aantal ernstig gewonden. De hogere eisen van Fase 2 besparen naar schatting 10 – 18% doden en 13 – 20% ernstig gewonden.

Door TRL wordt voorgesteld een ongevalstudie op te zetten om in de toekomst deze effectschattingen te kunnen evalueren. Aangezien de voertuigmaatregelen bedoeld zijn voor aanrijdingen met voetgangers, wordt door TRL ook expliciet gesproken over een studie naar auto-voetgangerongevallen.

Bijlage 3 gaat tevens in op praktische oplossingen en innovaties ter verbetering van de voetgangerveiligheid. In de meeste gevallen zullen ook fietsers baat hebben bij deze oplossingen.

4.2. Literatuurstudie aanrijdingen autofront met fietsers en voetgangers

Met betrekking tot een nadere verkenning van het verschil tussen voetganger- en fietsongevallen met personenauto's, heeft de literatuurstudie zich gericht op alleen die studies waar binnen één studie zowel fietserongevallen als voetgangerongevallen waren betrokken. Het voordeel hiervan is dat de gevolgen van beide type ongevallen goed met elkaar worden vergeleken, daar de uitgangspunten dezelfde zijn. Ook simulatiestudies van deze typen ongevallen zijn beschouwd.

Evenals bij het onderhavige SWOV-onderzoek gaat het om het botstype 'flank fiets tegen front personenauto' en 'voetganger tegen front personenauto'.

Uit een eerste beoordeling van de literatuur bleek dat de meeste studies betrekking hadden op voetgangeraanrijdingen. In veel landen komt dit type ongeval duidelijk meer voor dan aanrijdingen met fietsers. Slechts een enkele studie is gevonden waarbij aanrijdingen met zowel voetgangers als fietsers zijn geanalyseerd, dan wel dat simulaties met beide groepen zijn uitgevoerd.

4.2.1. Japanse ongevalanalyse en mathematische simulatie

Recent is in Japan onderzoek gedaan naar ongevallen van personenauto's en busjes met fietsers en voetgangers, op basis van in-depth onderzoek, mathematische simulaties en nationale gegevens (Maki et al, 2003). Ter informatie: in Japan zijn in 1999 2.540 doden onder voetgangers gevallen en

984 doden onder fietsers (resp. 28 en 10% van alle verkeersdoden in Japan).

In totaal zijn 169 fietsongevallen middels een in-depth studie geanalyseerd: 117 ongevallen met personenauto's en 52 met mini-vans (voertuigen zonder motorkap). Het accent bij het onderzoek is gelegd op het hoofdcontact. Geselecteerd zijn die ongevallen met een (waarschijnlijke) autosnelheid tussen 30 en 50 km/uur; men heeft zich beperkt tot fietsers van 13 jaar en ouder om de invloed van lengte van de slachtoffers bij de analyse buiten beschouwing te kunnen laten.

Bij de mathematische simulaties is gebruik gemaakt van een grote personenauto (type sedan) en een zogenaamde Sport Utility Vehicle (SUV). Een SUV is een forse, hoge en luxe 'terreinwagen' bestemd voor het gebruik op de openbare weg. De SUV is bij de simulaties betrokken vanwege het grote verschil in motorkaphoogte met personenauto's. Bij de simulaties was de hoofdafstand van de fietserdummy tot aan de grond nagenoeg gelijk aan die van de voetgangerdummy.

Uit de ongevallenanalyse kwam naar voren dat het hoofd van zowel fietsers als voetgangers het lichaamsdeel is dat het meest bij ongevallen met fatale afloop is betrokken. Bij deze ernstige ongevallen kwam dit bij fietsers in 72% van de gevallen voor en bij voetgangers in 64%.

Via sporenonderzoek is de contactplaats van het voertuig met het hoofd van fietsers en voetgangers nagegaan. Fietsers bleken alleen de voorruit en het dak te raken, en voetgangers in de meeste gevallen de voorruit en in enkele gevallen de motorkap. Er is een duidelijk verschil in letselernst aangaande de contactplaats op de voorruit en het dak. Het midden van de voorruit en de dakrand in het midden geven minder ernstig letsel dan het gebied rond de voorruitstijlen (de A-pillars).

Uit dit onderzoek bleek dus een verschil in botspatroon tussen fietsers en voetgangers. Aan de hand van mathematische simulaties van aanrijdingen van een fietser en een voetganger tegen het midden van een front van een personenauto, kon dit verschil worden verklaard. Bij dit type aanrijding blijkt dat de fietser, in vergelijking met de voetganger, wat hoger op de motorkap terecht komt. De fietser schuift daardoor eerst gedeeltelijk verder door op de motorkap, om vervolgens te roteren en daarna met het hoofd in aanraking met het dak te komen. De voetganger roteert eerder en raakt daardoor veelal de (onderzijde van de) voorruit.

De Japanse onderzoekers stellen dat de gevonden resultaten consequenties dienen te hebben voor de testprocedure ter vaststelling van een 'botsvriendelijk' voertuigfront, omdat deze tot dus ver is afgestemd op aanrijdingen met voetgangers en niet op die met fietsers.

4.2.2. *Duits onderzoek*

In een wat oudere Duitse studie (Otte, 1994) werd vastgesteld dat zowel voor voetgangers als fietsers een botsing van het hoofd op enige afstand van de sponning van de voorruit een lager risico op letsel gaf. Daarnaast bleek een vlakkere hoek van de voorruit gunstiger te zijn dan een meer steile hoek.

Een meer recente Duitse ongevallenstudie gaat voornamelijk over voetgangerongevallen (Otte, 2002). Naar berekeningen vindt 70% van de voetgangerongevallen plaats met botssnelheden tot 40 km/uur. Bij deze

ongevallen loopt 60% van de slachtoffers letsel aan het hoofd op. Bij hogere botssnelheden neemt het percentage hoofdletsel toe.

Bij botssnelheden beneden de 40 km/uur veroorzaakt de voorruit weinig letsel; bij de nieuwere typen personenauto van na 1990 is dit slechts in 5% van de gevallen het geval. Bij botssnelheden boven de 40 km/uur is de voorruit bij de nieuwere type personenauto's vaak (in 64% van de gevallen) de veroorzaker van letsel. De kortere fronten van onder andere compact cars zijn hier mede debet aan. De meeste contacten zijn met de onderste helft van de voorruit.

De A-pillar wordt volgens deze Duitse studie maar zelden geraakt, maar als dit het geval is, is de ernst groter dan die van de klap tegen de voorruit.

De conclusie die door Otte wordt getrokken is dat de uitkomsten van de studie in gedeeltelijke overeenstemming zijn met de EEVC test procedure aangaande de botssnelheid en botsplaatsen voor het hoofd. Een test met de voorruit zou wel in de EEVC tests van Werkgroep 17 opgenomen moeten worden.

Door Otte worden diverse suggesties gedaan voor de verbetering van de veiligheid voor zowel voetgangers als fietsers: front minder stijf maken (bumper, voorrand motorkap, A-pillar), uitwendige airbag, voetganger op het front vasthouden om te voorkomen dat hij een secundaire klap krijgt van de grond, energie-absorptie door de voorruit en het frame om de voorruit, het optimaliseren van de hoek van de voorruit, verbeteren van de testprocedure. Voor fietsers wordt gewezen op het nut van de helm om hoofdletsel te reduceren.

4.2.3. Fins ongevalsonderzoek

In Finland hebben onderzoeksteams in 1998-1999 dodelijke ongevallen onderzocht van personenauto's met voetgangers en fietsers (Olkkonen, 2002). Gerapporteerd is over ongevallen met dodelijke afloop waar 36 voetgangers en 23 fietsers bij betrokken waren. De ongevallen vonden binnen de bebouwde kom plaats (snelheidslimiet 60 km/uur).

Door de teams werd de voornaamste doodsoorzaak van de ongevallen vastgesteld. In *Tabel 4.1* is voor voetgangers en fietsers uitgesplitst welke voertuigdelen bij deze ongevallen werden geraakt. Hoewel het aantal dodelijke ongevallen niet groot is, geeft het een indicatie omtrent de voertuigdelen waarvoor bij het testen voor een veilig voertuigfront aandacht nodig is.

Voertuigonderdeel	Aandeel voetgangers (%)	Aandeel fietsers (%)	Totaal aandeel (%)
Voorruit	26	35	29
Frame voorruit	31	22	27
Voorzijde motorkap	17	0	10
Motorkap	7	9	9
Bumper	0	9	4
Overig/onbekend	20	26	22
Totaal	100 (N=36)	100 (N=23)	100 (N=59)

Tabel 4.1. Het aandeel betrokken contactplaatsen van aanrijdingen met dodelijke afloop van voetgangers en fietsers met personenauto's (Fins onderzoek; Olkkonen, 2002).

Uit *Tabel 4.1* blijkt dat naast fietsers ook voetgangers vaak de voorruit en zijn omgeving raken (aandeel bijna 60%). De motorkap en bumper worden niet vaak als contactplaats opgegeven, waarbij bedacht moet worden dat het hier om zeer ernstige ongevallen gaat, vermoedelijk gepaard gaande met hoge botsnelheden.

4.2.4. Letselpatronen

Er is gekeken of er verschillen in letselpatronen tussen fietsers en voetgangers zijn. Onderstaande letselgegevens zijn afkomstig uit de Landelijke Medische registratie (LMR) van de Stichting Informatiecentrum voor de Gezondheidszorg (SIG), en betreffen uitsluitend ziekenhuispatiënten, incl. overleden slachtoffers (Van Kampen, 1991). In verband met het in dit rapport behandelde conflicttype is het bezwaar van deze gegevens dat de botspartner van de fietsers en voetgangers *motorvoertuigen* zijn (waaronder een gering aandeel vrachtauto's), en dat niet alle aanrijdingen met het front hebben plaatsgevonden (volgens VOR-gegevens is het merendeel wel frontaal).

Locatie letsel	Voetgangers	Fietsers
Hoofd / schedel	39	49
Hals / nek	1	1
Borst	4	5
Rug / bekken	7	8
Armen	7	7
Benen	38	26
Overig	6	4

Tabel 4.2. Procentuele verdeling van de letsels naar hoofddiagnose van botsingen met motorvoertuigen (Van Kampen, 1991).

Uit *Tabel 4.2* blijkt dat hoofd-/schedelletsel en beenletsels bij zowel voetgangers als fietsers het meest voorkomen. Hoofdletsels hebben bij fietsers een aandeel van 49% en bij voetgangers van 39%.

In de Verenigde Staten is een soortgelijke studie uitgevoerd (Stutts & Hunter, 1999). Hospitaalgegevens van aanrijdingen van motorvoertuigen met voetgangers en fietsers zijn verzameld van acht eerste hulpdiensten van ziekenhuizen in drie Amerikaanse staten over een periode van een jaar. Evenals bij de hiervoor behandelde gegevens hebben de cijfers niet alleen betrekking op personenauto's. De letselpatronen zijn onderzocht van slachtoffers (439 voetgangers en 280 fietsers) die een aanrijding op de rijbaan hebben gehad zowel binnen als buiten de bebouwde kom. De letsels zijn onderscheiden naar lichaamsdelen en aard van het letsel.

Locatie letsel	Voetgangers	Fietsers (11% helm dragers)
Hoofd	34	28
Gezicht, nek	24	30
Borst	7	12
Rug, ruggengraat	6	11
Heup	19	13
Armen	26	40
Benen	61	55
Overig	7	6
Aard letsels		
Inwendig letsel schedel	10	8
Overige inwendige letsels	5	3
Fractuur	41	27
Wond	22	26
Kneuzing	41	44
Ontwrichting, verstuiking	11	22
Overig	39	40

Tabel 4.3. *Percentage letsels en aard letsels van voetgangers en fietsers betrokken bij ongevallen met motorvoertuigen op de openbare weg (Stutts & Hunter, 1999).*

Indien we de letsels aan het hoofd en gezicht/nek sommeren, komen we voor zowel de voetgangers als fietsers uit op 58%. Het aandeel hoofdletsels bij fietsers is wat minder ten opzichte van dat van voetgangers, mogelijk vanwege het effect van de fietshelm die door 11% van de fietsers werd gedragen.

Bij de fietsers is er vaker letsel aan het bovenlichaam (borst, rug) dan bij voetgangers; ook de armen worden bij fietsers meer getroffen dan bij voetgangers (40 vs. 26%).

Inwendig schedelletsel komt bij voetgangers en fietsers in vergelijkbare aandelen voor (10 à 8%).

4.2.5. *Nederlands onderzoek mathematische simulaties*

Uit de uitkomsten van mathematische simulaties uitgevoerd door TNO Automotive (Janssen & Wismans, 1985) bleek dat het botsgedrag van een fietser ten gevolge van een aanrijding met een personenauto vergelijkbaar is met dat van een voetganger. Wel komt het dummyhoofd van een fietser veelal verder op de auto terecht dan het dummyhoofd van de voetganger (bij eenzelfde afstand van het dummyhoofd tot aan de grond pal vóór de aanrijding).

Uit een nadere analyse van 35 door TNO Automotive uitgevoerde simulaties van aanrijdingen van fietsers door personenauto's bleek dat een lager voertuigfront ongunstiger was dan een hoger front ten aanzien van de vertragingstijd van het dummyhoofd (Schoon, 1991). Dit wordt veroorzaakt door de grotere rotatie die het bovenlichaam bij een lager front

ondervindt. Ook bleek dat bij het lage front het dummyhoofd vooral met de voorruit in aanraking kwam en bij het hoge front alleen met de motorkap.

4.2.6. *Zweeds onderzoek mathematische simulaties (alleen voetgangers)*

Aan de hand van mathematische simulaties heeft de Zweedse Chalmers Technische Universiteit de invloed van de botsnelheid en frontstructuur op de botsdynamiek van een aangereden voetganger onderzocht (Liu et al., 2002). Vastgesteld werd dat als de botsnelheid daalt van 40 naar 30 km/u. de kans op ernstig hoofdletsel (een HIC-waarde van boven de 1000) daalt van 50% naar 25%. Ondanks deze snelheidsreductie blijft voor voetgangers het risico op ernstig knieletsel nog wel boven de 50%. De hoogte van de motorkap van personenauto's is meer bepalend voor de snelheid waarmee het hoofd de auto raakt dan de bumperhoogte. In het algemeen daalt deze hoofdsnelheid bij het toenemen van de hoogte van de motorkap. De plaatselijke stijfheid van de contactplaats bepaalt sterk de letselernst van het hoofd. De kans op ernstig knieletsel wordt in grote mate door de bumperhoogte beïnvloed.

5. Potentiële maatregelen

Bij de keuze van maatregelen om het aantal fietsslachtoffers ten gevolge van het ongevalstype 'front auto tegen flank fiets' te reduceren, zijn twee vragen cruciaal:

1. Welke maatregelen kunnen worden getroffen om de kans op dit ongevalstype te verkleinen (ongevalspreventie)?
2. Welke maatregelen kunnen worden getroffen om de gevolgen van dit ongevalstype te beperken (letselpreventie)?

5.1. Maatregelen op het gebied van ongevalspreventie

In statistische zin zijn met behulp van de ongevalanalyse diverse knelpunten vastgesteld. We vatten ze kort samen en komen daar waar mogelijk met maatregelen.

De meeste fietsongevallen met personenauto's vinden plaats op *kruispunten* binnen de bebouwde kom. De 50 km/uur-straten springen er met 42% duidelijk uit. Binnen 30 km/uur-zones vallen weinig slachtoffers (5%). Uit deze cijfers blijkt dat er vooral op locaties met kruisend verkeer (auto's en fietsers) veel fietsslachtoffers vallen.

De met dit onderzoek vergaarde statistische gegevens lenen zich niet om met concrete verkeertechnische oplossingen te komen. Daartoe zijn gedetailleerdere lokale ongevalgegevens noodzakelijk die ondanks de uitbreiding van het onderzoek met de analyse van pv's in onvoldoende mate werden verkregen.

In zijn algemeenheid kan als preventiemaatregel wel snelheidsreductie worden genoemd. Een limiet van 30 km/uur voor het snel verkeer op locaties waar sprake is van overstekende fietsers is een effectieve maatregel. Hoewel deze limiet is gebaseerd op de ernst van de afloop van aanrijdingen van fietsers en voetgangers (zie *Paragraaf 5.2.4*) helpt een rustig rijgedrag natuurlijk ook om ongevallen te voorkomen (meer tijd voor anticiperen; meer tijd voor waarnemingen; kortere stopafstanden).

Uit de analyse van de toedrachten blijkt dat de fietser vaker geen voorrang geeft dan de automobilist. Het 'plots oversteken' van fietsers heeft een aandeel van 13%. Fietsers rijden ook vaker door rood dan de automobilisten (resp. 9 en 5%).

In zijn algemeenheid kan op het nut van (permanente) educatie worden gewezen. Kinderen nemen vaak al jong als fietser aan het verkeer deel. Het goed kennen van de (voorrangs)regels en het goed kunnen inschatten van het gevaar van snelverkeer zijn basisbeginselen.

Het merendeel van de ongevallen vond overdag plaats (78%). In hoeverre bij de resterende 22% van de ongevallen die tijdens schemer en 's nachts plaatsvonden, de openbare verlichting dan wel de fietsverlichting een rol heeft gespeeld bleek niet te kunnen worden opgemaakt uit de rapporten en pv's. In ieder geval dienen automobilisten fietsers goed te kunnen zien. Aandacht voor goede fietsverlichting en retroreflectoren zijn dan ook eerste vereisten. Ook automobilisten moeten goed onderwezen worden op bijvoorbeeld gevaarherkenning van situaties en omstandigheden waar 's nachts fietsers te verwachten zijn.

5.2. Maatregelen op het gebied van letselpreventie

5.2.1. Aandachtspunten uit ongevalsanalyse en literatuurstudie

Met behulp van de analyse van ongevalbeschrijvingen en pv's van de steekproef van 209 ongevallen kon met betrekking tot letselpreventie het volgende worden vastgesteld:

- Fietzers belanden vaak op de voorzijde van de personenauto. Hierbij ontstaat vaak letsel aan het hoofd.
- Op wegen waar snel wordt gereden (80 km/uur-wegen) raken slachtoffers vaker de voorruit en het dak. Op 50 km/uur-wegen wordt vooral de motorkap getroffen.

Dit beeld komen we ook tegen bij buitenlandse ongevalanalyses en resultaten van (mathematische) simulaties. Verder bleek uit de literatuurstudie dat voetgangers wat minder ver op de auto belanden dan fietsers. Als verklaring is gevonden dat het lichaam van een voetganger bij een aanrijding meer om het front heen vouwt en dat fietsers meer rechtop op de motorkap belanden om vervolgens nog wat door te schuiven. Dit betekent ook dat eisen die aan het front van personenauto's worden gesteld voor aanrijdingen met fietsers, anders moeten zijn dan voor aanrijdingen met voetgangers. Verder is in de literatuur gevonden dat de kans op ernstig letsel sterk toeneemt met de botssnelheid. Voor de inrichting van de infrastructuur is dit een aspect om rekening mee te houden.

Maatregelen die kunnen worden genomen om de letselernst van een aanrijding te verminderen, kunnen we indelen naar de volgende drie thema's: mens, voertuig en weg.

5.2.2. Maatregelen betreffende de mens

Voor berijders van bromfietsen en motorfietsen is de helm verplicht. Uit onderzoek blijkt overduidelijk het nut van de helm. Verplichtstelling van de helm voor fietsers is voor de Nederlandse situatie niet direct aan de orde, maar voor specifieke groepen is het gebruik sterk aan te raden. Hierbij is te denken aan schoolgaande jeugd (relatief veel slachtoffers onder jongeren t/m 17 jaar en sportfietsers (vanwege hogere snelheden en grote ritlengtes).

5.2.3. Maatregelen betreffende het voertuig

Hogere botssnelheden bij ongevallen waar fietsers bij betrokken zijn, leiden tot ernstige en fatale letsels. Een effectieve maatregel is de beheersing van de rijsnelheid van het snelverkeer op locaties waar snelverkeer het langzame verkeer ontmoet. Dit is mogelijk met maatregelen aan de infrastructuur (zie *Paragraaf 5.2.4*) maar ook met maatregelen aan het voertuig zoals met snelheidsbegrenzers. Met name voor de locatie binnen de bebouwde kom kan de intelligente snelheidsadaptor (ISA) hieraan doeltreffend bijdragen.

Een tweede maatregel is de beperking van de geweldsinwerking ten gevolge van het contact van de fietser met de auto. We spreken dan over botsvriendelijke autofronten. In het voorgaande hoofdstuk zijn de Europese eisen met betrekking tot voetgangerveiligheid besproken waar voor een deel

ook fietsers baat bij hebben. *Voor een deel*, aangezien uit de ongevallenstudie van dit rapport en uit de literatuurstudie is gebleken dat vooral fietsers met de voorruit en de dakrand in aanraking komen, zeker bij wat hogere botssnelheden. Met name de buitenranden van de voorruit en de sponning van de voorruit zijn harde contactplaatsen voor het hoofd van een fietser, gepaard gaande met een grote kans op ernstig letsel. Voor deze locaties zijn bij de veiligheidseisen voor het front van personenauto's geen testeisen opgesteld. Wel is het vanaf 2005 voor nieuwe modellen en in 2012 voor alle nieuwe personenauto's verplicht dat een test met de voorruit wordt uitgevoerd en dat de waarden hiervan worden geregistreerd.

De eisen beperken zich tot een botsvriendelijker voorzijde en motorkap gericht op voetgangers. De eisen zijn echter ook voor voetgangers beperkt. Een Franse studie geeft aan dat met betrekking tot het ontstaan van hoofdletsel, 41% van de ongevallen niet door de EEVC-testen wordt bestreken. Als een dergelijk percentage voor fietsers geschat zou moeten worden, zou het percentage nog hoger uitvallen.

Het cijfer van 41% heeft nog betrekking op personenauto-ontwerpen van de jaren 80. In de jaren 90 deed de 'compact car' met zijn korte motorkap zijn intrede. Voor deze specifieke groep motorvoertuigen kan worden gesteld dat impactlocaties van het hoofd van volwassen voetgangers in het geheel niet door de EEVC-eisen worden afgedekt. Wat voor voetgangers geldt, geldt ook voor volwassen fietsers. Het nader onderzoek dat onlangs door de EEVC is aanbevolen, wordt dan ook van harte onderstreept.

Bijlage 3 verschaft inzicht in enkele praktische oplossingen en innovaties die momenteel ter verbetering van met name voetgangerveiligheid zijn ontwikkeld. Dit varieert van een systeem waarbij direct na de aanrijding de motorkap enkele centimeters wordt gelift, tot airbags die de voorruit en stijlen naast de voorruit afschermen.

5.2.4. *Maatregelen betreffende de infrastructuur*

De botssnelheid van personenauto's heeft een dominerend effect op de letselernst van fietsers en voetgangers. Uit diverse ongevallenanalyses en simulatiestudies kan (met betrekking tot voetgangers) het volgende worden opgemaakt (*Paragraaf 4.2*):

- Een reductie van de *botssnelheid* van 40 naar 30 km/uur geeft een afname van de kans op ernstig hoofdletsel voor voetgangers van 50% naar 25% (ernstig hoofdletsel: HIC > 1000). Voor voetgangers blijft het risico op ernstig knieletsel nog wel boven de 50%.
- bij 32 km/uur is de kans op dodelijk letsel onder aangereden voetgangers slechts 5%; deze kans loopt op tot 40%, 80% en 100% bij snelheden van resp. 48, 64 en 90 km/uur.

Hoewel dit overzicht is gebaseerd op aanrijdingen van voetgangers, zijn op basis van de in het vorige hoofdstuk beschreven literatuurstudie enkele verschillen met de gevolgen van aanrijdingen van fietsers vast te stellen. Bij een toename van de botssnelheid zijn de gevolgen voor fietsers vaak ernstiger dan voor voetgangers, omdat fietsers eerder met de voorruit en het dak in aanraking komen. Daar tegenover staat dat de kans op ernstig knieletsel voor fietsers geringer is dan voor voetgangers, omdat fietsers eerder onder de knie geraakt worden.

Uit het bovenstaande kan worden opgemaakt dat het wenselijk is voor de veiligheid van fietsers (en voetgangers), dat op alle ontmoetingsplaatsen van

snelverkeer met fietsers en voetgangers snelheidsreducerende maatregelen worden toegepast. In het kader van Duurzaam Veilig maken woonstraten reeds op grote schaal deel uit van 30 km/uur-gebieden. Dit betekent nog niet dat er niet sneller gereden wordt dan 30 km/uur. Met fysieke maatregelen kan dit worden afgedwongen. Rotondes zijn hier een goed voorbeeld van. De vormgeving hiervan is zodanig dat de rijnsnelheid van het snelverkeer op de rotonde in het algemeen niet meer dan 30 km/uur bedraagt. Buiten de 30 km/uur-gebieden mag op wegvakken binnen en buiten de bebouwde kom sneller worden gereden. Volgens de principes van Duurzaam Veilig dient het oversteken van fietsers op *kruispunten* plaats te vinden (een rotonde of een kruispunt met verhoogd plateau). Indien een oversteekplaats buiten de kruispunten ligt, dient de oversteek ongelijkvloers te zijn. Bij een gelijkvloerse oversteek zal, volgens de principes van Duurzaam Veilig, een locale snelheidslimiet van 30 km/uur ingesteld moeten worden.

Ondanks de eerste stap in Europees verband om het front van personenauto's veiliger te maken (en vooralsnog hebben voetgangers daar meer baat bij dan fietsers), worden de maatregelen pas ingevoerd op nieuwe voertuigmodellen vanaf 2005 / 2010 (resp. de lichtere en zwaardere eisen) en op alle nieuwe auto's vanaf 2012 / 2015 (idem voor resp. de lichtere en zwaardere eisen). Dit betekent dat pas na 2020 alle personenauto's een zekere mate van een botsvriendelijk front hebben. Wat de ISA betreft, zal het tevens nog vele jaren duren voordat die ingevoerd zal zijn. Dit betekent dat infrastructurele maatregelen voorlopig meer dan noodzakelijk zijn.

6. Conclusies en aanbevelingen

Binnen de groep kwetsbare verkeersdeelnemers zijn fietsers in Nederland het vaakst betrokken bij verkeersongevallen met dodelijke afloop (aandeel 18%). Hun aandeel is bijna twee keer zo groot als dat van voetgangers. In dit opzicht onderscheidt Nederland zich duidelijk van andere Europese landen: gemiddeld voor alle Europese landen is het aandeel omgekomen voetgangers 15% en het aandeel omgekomen fietsers 6%.

Voor de Nederlandse situatie is de personenauto de meest voorkomende tegenpartij van de fietser. Aangezien bij het botstypen 'front auto tegen flank fiets' de meeste slachtoffers vallen, heeft het onderzoek zich hierop geconcentreerd. Vastgesteld is dat een aanrijding van een fietser door een personenauto andere eisen stelt aan een botsvriendelijk autofront dan een aanrijding van een voetganger door een auto. Fietsers lopen vaker letsel aan het hoofd op bij contact met de voorruit en het voorruitframe dan voetgangers.

Buitenlands onderzoek bevestigt dit resultaat. Uit onderzoek naar fiets- en voetgangerongevallen blijkt verder dat *voetgangers* vaker met de motorkap in aanraking komen dan met de voorruit. Dit is het geval bij personenauto's met langere motorkappen. Bij 'compact cars' komen ook voetgangers vaak in aanraking met de voorruit.

De botseisen die vanaf 2005 aan nieuwe typen personenauto's worden gesteld zijn gebaseerd op aanrijdingen met voetgangers. Alleen voor de bumper en motorkap zijn eisen opgesteld en niet voor de voorruit en zijn omgeving. Dit betekent dat fietsers minder baat hebben bij de nieuwe eisen dan voetgangers. Wel geldt vanaf 2005 voor de voorruit een *registratieplicht* van uitgevoerde tests zodat wel een inschatting van de gevaarzetting kan worden gemaakt (van belang voor de scorebepaling bij EuroNCAP-tests). De nieuwe botseisen dienen als een eerste stap gezien te worden naar een botsveilig autofront. Ook voor voetgangers zijn nog verdere verbeteringen mogelijk. Uit een Franse studie bijvoorbeeld volgt dat bij voetgangerauto-aanrijdingen in 40% van de gevallen onderdelen van de auto worden geraakt die niet onder de eisen vallen die vanaf 2005 gaan gelden. Hier wordt met name gedoeld op de voorruit en voorruitstijlen.

Aanbevelingen

De SWOV beveelt aan het onderzoek naar botsvriendelijke autofronten te continueren. Dit onderzoek dient uitgebreid te worden met aanrijdingen van fietsers. Ook is meer aandacht nodig voor compact cars met hun korte motorkappen. De in internationaal verband voorgestelde ongevallenstudie om de nieuwe EU-eisen te evalueren, dient zich dan ook niet alleen op voetganger-auto-ongevallen te richten maar ook op fietser-auto-ongevallen.

Reductie van rij- en botssnelheden

Hoge rijsnelheden, en daarvan afgeleid hoge botssnelheden, zijn ongewenst. Botssnelheden van onder de 30 km/uur lopen vaak goed af. Een Duurzaam Veilig-principe is hier dan ook van afgeleid: daar waar fietsers en voetgangers en snelverkeer elkaar ontmoeten, moet de rijsnelheid van het snelverkeer tot 30 km/uur worden teruggebracht. Oversteken door fietsers

dient volgens Duurzaam Veilig op rotondes en kruispunten plaats te vinden. Gelijkvloers oversteken op wegvakken past niet binnen Duurzaam Veilig. Is dit toch wenselijk, dan zal volgens de principes van Duurzaam Veilig een locale snelheidslimiet van 30 km/uur ingesteld moeten worden, dus ook buiten de bebouwde kom.

Op termijn is hetzelfde te bewerkstelligen met de intelligente snelheids-adaptor (ISA). In een gebied waar een snelheidsregiem geldt van 30 km/uur, wordt de snelheid van het snelverkeer begrensd op 30 km/uur.

Reductie ernst hoofdletsel

Fietsers zelf kunnen ook bijdragen aan hun veiligheid door het dragen van een helm. Vooral specifieke groepen hebben er baat bij. Gedacht kan worden aan de schoolgaande jeugd (vanwege het feit dat relatief veel slachtoffers vallen in de leeftijd t/m 17 jaar) en aan sportfietsers (vanwege de veelal hogere rijnsnelheden en grotere ritlengtes).

Literatuur

EU Commission (2003). *Directive of the European parliament and of the council relating to the protective of pedestrian and other vulnerable road users in the event of a collision with a motor vehicle and amending Directive 70/156/EEC*. Commission of the European Communities.

EEVC (1998). *Improved test methods to evaluate pedestrian protection afforded by passenger cars*. EEVC Working Group 17.

Janssen, E.G. & Wismans, J. (1985). *Experimental and mathematical simulation of pedestrian-vehicle accidents and cyclist-vehicle accidents*. Proceedings 10th ESV-conference.

Kampen, L.T.B. van & Schoon, C.C. (2002). *Tweewielerongevallen. Analyse van ongevallen, letsel en expositiegegevens voor het bepalen van prioriteiten voor nader onderzoek*. R-2002-5. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Kampen, L.T.B. van (1991). *Analyse van letselgegevens van fietsers en voetgangers. Ten behoeve van de beveiliging van zwakke verkeersdeelnemers*. R-91-56. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam

Lawrence, G.J.L. (2003). *Pedestrian protection test procedures and design: Final report (April 1999 to June 2003)*. TRL Report TRL588.

Liu, X.J., Yang, J.K. & Lövsund, P. (2002). *A study of influences of vehicle speed and front structure on pedestrian impact responses using*. Traffic Injury Prevention, nr. 3.

Maki, T., Kajzer, J., Mizuno, K. & Sekine, Y. (2003). *Comparative analysis of vehicle-bicyclist and vehicle-pedestrian accidents in Japan*. Accident Analyses & Prevention, Volume 35, Number 6, November 2003.

Olkkonen, S. (2002). *The impact sites of car fronts for fatal injuries of pedestrians and cyclists : analysis of the urban accidents in Finland in 1998-1999*. Proceedings of the 2002 International IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impact, Munich (Germany), September 18-20, 2002

Otte, D. (1994). *Design and structure of the windscreen as part of injury reduction for car occupants, pedestrians and bicyclists*. Proceedings of the 38th Stapp Car Crash conference, Florida, October 31 - November 4, 1994.

Otte, D. (2002). *Possibilities and limitation for protective measures for injury reduction of vulnerable road users*. IJCrash 2002 Vol 7, Number 4.

Publicatieblad EU (2003). *Richtlijn 2003/102/EG van het Europees Parlement en de Raad, van 17 november 2003, betreffende de bescherming van voetgangers en andere kwetsbare weggebruikers voor en bij een botsing met een motorvoertuig en houdende wijziging van Richtlijn*

70/156/EEG van de Raad. Publicatieblad van de Europese Unie, 6.12. 2003; L 321.

Schoon, C.C. (1991). *Nadere analyses van matehematische simulaties van botsingen tussen auto's en fietsen*. R-91-55. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam

Stutts, J.C. & Hunter, W.W. (1999). *Motor vehicle and roadway factors in pedestrian and bicyclist injuries: an examination based on emergency department data*. Accident Analyses & Prevention, Number 31.

Bijlage 1

Aandeel doden onder fietsers en voetgangers in de Europese landen

Landen (op alfabet)	Totaal	Fietsers		Voetgangers	
		Aantal	%	Aantal	%
België	1460	134	9%	142	10%
Denemarken	498	58	12%	99	20%
Duitsland	7503	659	9%	993	13%
Engeland (UK)	3580	131	4%	889	25%
Finland	396	53	13%	62	16%
Frankrijk	8080	270	3%	839	10%
Griekenland	2035	22	1%	375	18%
Hongarije	1200	182	15%	346	29%
Ierland	415	10	2%	85	20%
Italië	6410	371	6%	848	13%
Luxemburg	75	1	1%	11	15%
Nederland	1082	198	18%	106	10%
Noorwegen	341	13	4%	47	14%
Oostenrijk	976	62	6%	140	14%
Portugal	1856	55	3%	385	21%
Spanje	5776	84	1%	898	16%
Zweden	591	47	8%	73	12%
Zwitserland	592	48	8%	130	22%
TOTAAL	42866	2398	6%	6468	15%

JAAR: 2000

Bron: BAST – IRTAD

Landen (oplopend naar aandeel doden onder fietsers)	Totaal	Fietsers		Voetgangers	
		Aantal	%	Aantal	%
Griekenland	2035	22	1%	375	18%
Luxemburg	75	1	1%	11	15%
Spanje	5776	84	1%	898	16%
Ierland	415	10	2%	85	20%
Portugal	1856	55	3%	385	21%
Frankrijk	8080	270	3%	839	10%
Engeland (UK)	3580	131	4%	889	25%
Noorwegen	341	13	4%	47	14%
Italië	6410	371	6%	848	13%
Oostenrijk	976	62	6%	140	14%
Zweden	591	47	8%	73	12%
Zwitserland	592	48	8%	130	22%
Duitsland	7503	659	9%	993	13%
België	1460	134	9%	142	10%
Denemarken	498	58	12%	99	20%
Finland	396	53	13%	62	16%
Hongarije	1200	182	15%	346	29%
Nederland	1082	198	18%	106	10%

JAAR: 2000

Bron: BAST – IRTAD

Landen (oplopend naar aandeel doden onder voetgangers)	Totaal	Fietsers		Voetgangers	
		Aantal	%	Aantal	%
België	1460	134	9%	142	10%
Nederland	1082	198	18%	106	10%
Frankrijk	8080	270	3%	839	10%
Zweden	591	47	8%	73	12%
Italië	6410	371	6%	848	13%
Duitsland	7503	659	9%	993	13%
Noorwegen	341	13	4%	47	14%
Oostenrijk	976	62	6%	140	14%
Luxemburg	75	1	1%	11	15%
Spanje	5776	84	1%	898	16%
Finland	396	53	13%	62	16%
Griekenland	2035	22	1%	375	18%
Denemarken	498	58	12%	99	20%
Ierland	415	10	2%	85	20%
Portugal	1856	55	3%	385	21%
Zwitserland	592	48	8%	130	22%
Engeland (UK)	3580	131	4%	889	25%
Hongarije	1200	182	15%	346	29%

JAAR: 2000

Bron: BAST – IRTAD

Bijlage 2

Resultaten analyse fietsongevallen front auto – flank fiets

1. Frequentietabellen slachtoffer- en ongevalgegevens

De hoofdkenmerken van de 209 geanalyseerde ongevallen "midden front auto vs. flank fiets" en de hieraan gekoppelde 209 fietsslachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) worden hier gegeven.

Ernst ongeval (N=209)

De ernst van het ongeval bestaat uit de letselernst van de fietser met de volgende verdeling naar letselernst:

doden	5%
ziekenhuisgewonden	95%

Leeftijdsverdeling slachtoffers (N=209)

t/m 14 jaar	20%	45-54 jaar	11%
15-17 jaar	13%	55-64 jaar	8%
18-24 jaar	9%	65-74 jaar	10%
25-34 jaar	9%	75 e.o.	9%
35-44 jaar	11%		

Locatie ongeval (N=209)

binnen de bebouwde kom	79%
buiten de bebouwde kom	21%

Verdeling fietsslachtoffers over fietslocaties (zie tabel)

Wegsituatie (N=209)

kruispunt	79%
wegvak	21%

Wegtype / locatie fietsverkeer (N=209)

30 km/uur-zone	5%
50 km/uur-straat	42%
fietspad	22% (binnen en buiten kom resp. 17 en 5%)
fiets-oversteekplaats	14% (binnen en buiten kom resp. 9 en 5%)
fietsstrook	3%
rotonde	6% (binnen en buiten kom resp. 1 en 5%)
80 km/uur	1%
overig / onbekend	8%

Lichtomstandigheden (N=209)

dag	78%
schemer	4%
nacht	18%

Korte toedracht (N=209)

auto gaf geen voorrang	24%
fietser gaf geen voorrang	41%
auto door rood	5%
fietser door rood	9%
fietser stak plots over	13%
overig / onbekend	7%

2. Kruistabellen slachtoffer- en ongevalgegevens

De kenmerken en algemene kenmerken uit het VOR-databestand zijn aan de hand van kruistabellen met elkaar gekruist.

Toedracht	Locatie fietsverkeer										
	30 km	50km	80 km ⁽¹⁾	Ro- tonde	Fiets- strook	Fiets- pad	Over- steek- plaats	Overig	Onb.	Totaal	Perc.
Auto gaf geen voorrang	3	29		3	4	8	2		1	50	24%
Fietser gaf geen voorrang	4	30		5		25	16	2	4	86	41%
Auto door rood		6				3	2			11	5%
Fietser door rood	1	6				5	6	1		19	9%
Fietser stak plots over	2	10	1	5	3	5	2			28	13%
Overig		4								4	2%
Onbekend		2							9	11	5%
Totaal w.v. doden	10	87	1	13	7	46	28	3	14	209	100%
	-	3	-	1	-	4	1	1	-	10	5%

(1) veel fietsslachtoffers op 80 km/uur-wegen staan onder fietspaden en oversteekplaatsen.

Tabel 1. *Verdeling fietsslachtoffers naar toedracht en fietslocatie met in de onderste rij de verdeling van de 10 doden naar wegsituatie (SWOV-analyse bestand doden en ziekenhuisgewonden eerste helft 2001).*

Tabel 1 geeft aan dat de meeste fietsslachtoffers vallen op de 50 km/uur-wegen in situaties dat geen voorrang wordt gegeven. Het niet geven van voorrang komt op dit wegtype in gelijke mate voor bij de automobilisten en de fietsers. Op 80 km/uur-wegen valt maar één fietsslachtoffer volgens de tabel; de overige slachtoffers die op dit wegtype zijn gevallen, staan onder de specifieke fietsvoorzieningen als fietspaden en oversteekplaatsen. Op deze fietspaden en fietsoversteekplaatsen vallen veel fietsslachtoffers waarbij in ongeveer de helft van de gevallen geen voorrang door de fietser werd gegeven. Het niet geven van geen voorrang komt nu bij automobilisten veel minder voor.

Van alle toedrachten komt het niet geven van voorrang door de fietser met 41% het meeste voor. De automobilist die geen voorrang gaf heeft een aandeel van 24% en de fietser die plots overstak een aandeel van 13%. De overige toedrachten blijven beneden de 10%. Het door rood rijden komt in de statistiek vaker voor bij fietsers dan bij automobilisten.

Tabel 2 geeft de verdeling van ongevalslocaties naar rechte wegvakken en kruispunten.

Toedracht	Wegsituatie					Eindtotaal	Perc.
	Rechte weg	Kruising	T-Y-kruising	Overig			
Auto gaf geen voorrang	4	26	18	2		50	24%
Fietser gaf geen voorrang	19	38	29			86	41%
Auto door rood		7	4			11	5%
Fietser door rood	1	12	6			19	9%
Fietser stak plots over	15	6	6	1		28	13%
Overig	1	1	1	1		4	2%
Onbekend	1	7	3			11	5%
Totaal	41	97	67	4		209	100%
Percentage	20%	46%	32%	2%		100%	N=209

Tabel 2. Het aantal fietsslachtoffers naar wegsituatie en ongevalstoedracht

Uit Tabel 2 blijkt dat de meeste fietsslachtoffers op kruispunten vallen (66%). Fietsters geven vaker geen voorrang dan automobilisten. Het plots oversteken van de fietser komt vooral op rechte wegvakken voor.

Toedracht	Leeftijd slachtoffer											Totaal
	0-14	15-17	18-19	20-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75+	Onb.	
Auto gaf geen voorrang	4	6	3	4	4	7	12	5	3	2		50
Fietser gaf geen voorrang	24	12	5	3	6	5	6	8	6	11		86
Auto door rood	1				5	2	2				1	11
Fietser door rood	4	1		2	3	3	1		4	1		19
Fietser stak plots over	5	7		1		4	0	1	7	3		28
Overig	1					1	0		1	1		4
Onbekend	3	1	1		1		2	2	1			11
Totaal	42	27	9	10	19	22	23	16	22	18	1	209
Percentage	20%	13%	4%	5%	9%	11%	11%	8%	11%	9%	0%	100%

Tabel 3. Het aantal fietsslachtoffers naar leeftijd van het fietsslachtoffer en wegsituatie en ongevalstoedracht

Met de cijfers van Tabel 3 kan de relatieve betrokkenheid per leeftijdsgroep worden vastgesteld. Dan blijkt dat bepaalde groepen vaker bij de volgende toedrachten zijn betrokken:

- 0 - 14 jaar bij de toedracht "fietser gaf geen voorrang"
- 15 - 17 jaar "fietser stak plots over"
- 65 - 74 jaar "fietser stak plots over".

De verdeling van de fietsslachtoffers naar dag en nacht wordt weergegeven in *Tabel 4*.

Leeftijd	Lichtsituatie			Totaal	Percentage	Aandeel nacht
	Daglicht	Nacht	Schemer			
0-14	34	8		42	20%	19%
15-17	19	8		27	13%	30%
18-19	5	3	1	9	4%	33%
20-24	6	3	1	10	5%	30%
25-34	13	5	1	19	9%	26%
35-44	15	6	1	22	11%	27%
45-54	20	1	2	23	11%	4%
55-64	15	1		16	8%	6%
65-74	18	2	2	22	11%	9%
75+	17	1		18	9%	6%
Onbekend	1			1	0%	0%
Totaal	163	38	8	209	100%	18%
Percentage	78%	18%	4%	100%	N=209	

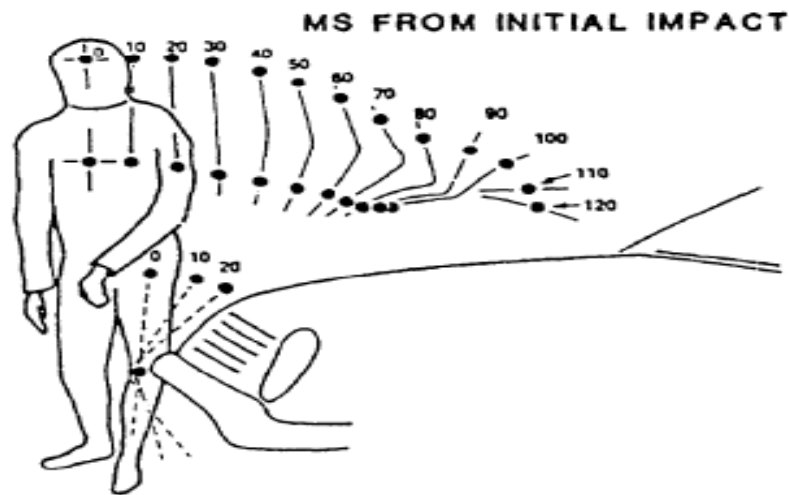
Tabel 4. Het aantal fietsslachtoffers naar daglichtsituatie en leeftijd van het fietsslachtoffer

Gemiddeld valt 18% van de fietsslachtoffers 's nachts. De laagste leeftijdscategorie (0 – 14 jaar) zit met 19% nabij dit gemiddelde. Voor de leeftijdscategorieën tussen de 15 en 44 jaar ligt het aandeel 's nachts aanzienlijk hoger dan het gemiddelde (aandeel variërend van 26 – 33%).

EEVC- en EuroNCAP-tests en innovaties aan voertuigfronten

1. Bewegingspatroon aangereden voetganger

Afbeelding 1 toont een veel voorkomend bewegingspatroon van een aangereden voetganger. Het verloop van de aanrijding wordt gegeven aan de hand van de beschreven banen van de zwaartepunten van hoofd, bovenlichaam en been. De voetganger die oorspronkelijk loodrecht op de bewegingsrichting van het voertuig liep, wordt als het ware om de voorkant en motorkap van het voertuig gevouwen (zogenaamde wrap-trajectory). Dit gebeurt wanneer de voetganger een zwaartepunt heeft dat hoger is dan de voorkant van het voertuig. Bij hogere botssnelheden beweegt het hoofd meer in de richting van de voorruit en daklijn alwaar vervolgens het contact plaatsvindt.

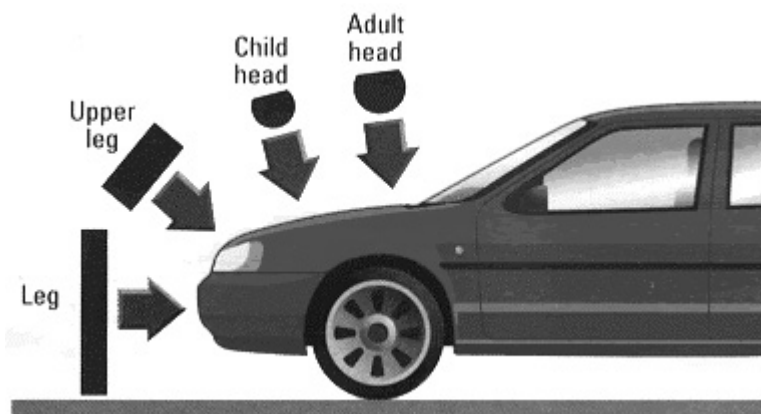


Afbeelding 1. Veel voorkomend bewegingspatroon van een aangereden voetganger. De punten geven de baan van de zwaartepunten van hoofd, bovenlichaam en been.

2. Testeisen EEVC

In 1987 heeft de 'European Enhanced Vehicle Safety Committee' (EEVC) met behulp van gedeeltelijke financiering van de Europese Commissie de zogenaamde 'Workgroup 10' opgezet om testprocedures op te zetten voor voetgangersongevallen. De EEVC is een uit diverse werkgroepen bestaande organisatie die onderzoek doet op gebied van personenauto-veiligheid. In 1991 leverde het onderzoek een aantal tests op die de botsingen op die delen van het lichaam van een voetganger konden representeren, die meestal blootstaan aan ernstige verwondingen bij botsingen met een auto. De vervolgtests zijn in 1998 in het kader van de EEVC Working Group 17 getoond aan de Europese Commissie. Bij deze tests wordt geen gebruik gemaakt van een hele voetgangerdummy, maar van zogenaamde impactors

(losse onderdelen die delen van het lichaam van de voetganger representeren zoals de head impactor). Het volgende omschrijft in volgorde van belangrijkheid de 4 EEVC-testeisen die als wetenschappelijke testbasis fungeren waaruit andere testcriteria uit zijn afgeleid. *Afbeelding 2* toont met welke impactors er getest wordt en welke voertuigonderdelen worden beproefd.



Afbeelding 2. De vier impactors en testlocaties op het autofront.

De hoofdimpactor-motorkaptest dient om auto-onderdelen te testen op de kans van ontstaan van ernstig en fataal hoofdletsel. Er zijn twee typen impactors: de kinderhoofd-impactor van 2,5 kg en de volwassen hoofd-impactor van 4,8 kg die met 40 km/uur in een hoek van resp. 50° en 65° in de richting van de motorkap worden gelanceerd. De vertragingsswaarde van het hoofd mag de norm van 1000 niet overschrijden (Head Injury Criterion-waarde (HIC) < 1000).

Bij de onderbeen-bumpertest gaat het erom de kans op ernstig knieletsel en beenbreuken vast te stellen. Bij de test wordt een onderbeen-impactor van 4,8 kg gebruikt die met 40 km/uur tegen de bumper wordt gelanceerd. Zo mag bijvoorbeeld de maximale dynamische buighoek van de knie niet boven de 15° uitkomen en de acceleratiewaarde van de bovenkant van het scheenbeen niet boven de 150 g.

Bij de bovenbeen-motorkapvoorkanttest (of bij bumperhoogtes groter dan 50 cm de bovenbeen-bumpertest) wordt een bovenbeen-impactor met 40 km/uur tegen de voorkant geschoten. De krachtsresultante op het bovenbeen mag niet boven de 5 kN uitkomen. Verder dient het buigend moment op de bovenbeen-impactor beneden de 300 Nm te blijven.

3. De EuroNCap-tests

Ook bij de EuroNCAP worden de EEVC-tests toegepast. EuroNCAP staat voor 'European New Car Assessment Programme' en is bedoeld om consumenten informatie over de veiligheid van personenauto's te geven. De botsproeven om de voetgangersveiligheid te bepalen worden uitgevoerd met zowel dummyhoofden van volwassenen als van kinderen. Er wordt met de kop-impactor op 12 plaatsen op de motorkap getest: 6 posities met de volwassen kop-impactor en 6 posities met de kinderkop-impactor. Met de onderbeentest worden 3 bumperposities getest, en met de bovenbeentest 3 posities aan de voorkant van de motorkap.

De totale beoordeling van de voetgangerveiligheid wordt aangegeven door het toekennen van een aantal veiligheidssterren met vier als maximale aantal.

4. Realisatie en ontwikkeling van technische oplossingen

De huidige auto heeft direct onder de motorkap harde, onvervormbare onderdelen zitten (bovenkant motorblok, veersysteem). Het ontbreken van vrije ruimte onder de motorkap is vaak de oorzaak van ernstig hoofdletsel. Echter, bij een verhoogde motorkap is er veelal sprake van meer brandstofverbruik en minder styling. Voor deze negatieve aspecten zijn twee soorten oplossingen gevonden.

Reeds in de praktijk gebracht:

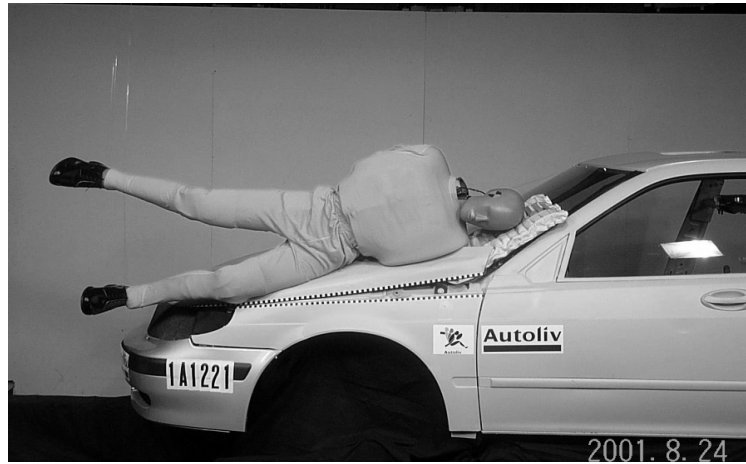
- botsvriendelijk hang- en sluitwerk van de motorkap; speciale bevestiging van de spatschermen aan de carrosserie waarmee de Honda Civic als eerste personenauto bijna het maximale aantal van vier sterren haalde bij de EuroNCAP-botsproeven.

In ontwikkelingsstadium:

- een motorkap die bij de aanrijding ongeveer 10 cm omhoog wordt gebracht (Autoliv, zie *Afbeelding 3*).
- airbags om de A-pillars af te schermen (Autoliv; zie *Afbeelding 4*)
- airbags boven de bumper en aan de onderkant van het raam (Ford)
- gebruik van schuimrubbers aan de voorkant (Skoda)
- een vervormbare voorruit (Autoliv)
- vrije ruimte en energie-absorberende elementen aan de frontpartij, koplampunit en bumper (ECO-front, TNO).



Afbeelding 3. Door de motorkap bij een aanrijding ongeveer 10 cm omhoog te brengen, ontstaat vrije ruimte en een lagere waarde van de hoofdvertraging (Autoliv).



Afbeelding 4. Na het eerste contact met de bumper worden airbags geactiveerd ter afscherming van de A-pillars en een deel van de voorruit (Autoliv)