

# **Infrastructurele verkeersvoorzieningen en hun veiligheidsaspecten**

Ir. A. Dijkstra

D-2003-5



## **Infrastructurele verkeersvoorzieningen en hun veiligheidsaspecten**

De betekenis van de verschillende soorten verkeersvoorzieningen voor een duurzaam-veilig verkeers- en vervoerssysteem

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	D-2003-5
Titel:	Infrastructurele verkeersvoorzieningen en hun veiligheidsaspecten
Ondertitel:	De betekenis van de verschillende soorten verkeersvoorzieningen voor een duurzaam-veilig verkeers- en vervoerssysteem
Auteur(s):	Ir. A. Dijkstra
Onderzoeksthema:	Verkeerskundig ontwerp en verkeersveiligheid
Themaleider:	Ir. A. Dijkstra
Projectnummer SWOV:	34.111
Trefwoord(en):	Traffic, classification, safety, design (overall design), road network, layout, main road, highway, access road, secondary road, urban area, rural area, international, Netherlands.
Projectinhoud:	Op dit moment bestaat er een tamelijk verbrokkeld beeld van de veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen. Onderzoeken zijn vaak beperkt van opzet en onderling moeilijk vergelijkbaar, waardoor het vrijwel onmogelijk is om een goed overzicht te krijgen van de veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen. Deze literatuurstudie geeft wel inzicht in wat er op dit moment bekend is, nationaal en internationaal. De kwaliteit van de onderzoeken is daarbij nadrukkelijk meegewogen. Ook er is gelet op de omstandigheden en situaties die de aangetoonde effectiviteit mogelijk hebben beïnvloed. De studie geeft aan welke activiteiten noodzakelijk zijn en moeten leiden tot meer en omvangrijkere (ongevallen)evaluaties van verkeersvoorzieningen.
Aantal pagina's:	70 + 30
Prijs:	€ 15,-
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2003

## Samenvatting

Met de introductie van een duurzaam-veilig verkeerssysteem worden zeer hoge eisen gesteld aan het veiligheidsgehalte van het verkeerskundig ontwerp. De verkeerskundig ontwerper moet kunnen beschikken over voldoende en wetenschappelijk onderbouwde informatie over de aard en het soort verkeersvoorzieningen die in de gegeven omstandigheden effectief zullen zijn. Wetenschappelijk gezien laat de kennis over veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen echter nog tal van oningevulde plekken zien. Om deze op te vullen zijn systematisch opgezette evaluaties van weginrichting en verkeersveiligheid nodig. Bovendien moeten de weinige onderzoeksresultaten die wel beschikbaar zijn, optimaal gebruikt worden om generaliseerbare kennis op te leveren (bijvoorbeeld door toepassing van meta-analysetechnieken).

Op dit moment bestaat er een tamelijk verbrokkeld beeld van de veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen. De eerder uitgevoerde onderzoeken zijn vaak beperkt van opzet en onderling moeilijk vergelijkbaar, waardoor het vrijwel onmogelijk is om een goed overzicht te krijgen van de veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen. Inzicht in wat er op dit moment bekend is, nationaal en internationaal, kon in deze literatuurstudie wel worden verkregen. Daarbij is de kwaliteit van de onderzoeken nadrukkelijk meegewogen. En er is gelet op de omstandigheden en situaties die de aangetoonde effectiviteit mogelijk hebben beïnvloed.

Uit de literatuur blijkt dat naar verhouding de meeste kennis (ongevallenstudies) beschikbaar is over voorzieningen op en langs (vooral Noord-Amerikaanse) doorgaande enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom.

Verkeersvoorzieningen kunnen op verschillende manieren worden ingedeeld, bijvoorbeeld naar het type wegsituatie of naar het soort gebruiker. De meest gebruikte indelingen zijn hier geïnterpreteerd. Vervolgens is nagegaan welke indeling voor dit onderzoek het meest geschikt is en dus richting zal geven aan de verdere invulling van het onderzoek.

Een verkeerskundig ontwerp bestaat over het algemeen uit een samenhangend stelsel van verschillende verkeersvoorzieningen. De veiligheidseffecten van een voorziening zijn mede afhankelijk van de ruimtelijke positie ten opzichte van andere voorzieningen. Over deze afhankelijkheid is weinig bekend. Het lijkt mogelijk en zinvol om de effecten van afzonderlijke voorzieningen te blijven bestuderen.

Deze studie geeft een opsomming van noodzakelijke activiteiten die moeten leiden tot meer en omvangrijkere (ongevallen)evaluaties van verkeersvoorzieningen.

De prioriteit voor nieuwe evaluatiestudies in Nederland zou bij typische duurzaam-veiligmaatregelen moeten liggen. Daarbij moet wel duidelijk zijn of een geïsoleerde evaluatie van een dergelijke maatregel zinvol is, of dat een evaluatie van een aantal samenhangende (duurzaam-veilig)maatregelen nodig is. Naast de (bekende) duurzaam-veilig-eisen zou er een beperkte set criteria kunnen gelden die relevant zijn voor de veiligheidsaspecten van het verkeerskundig ontwerp als geheel. Zulke aanvullende criteria betreffen in

het bijzonder de consistentie, continuïteit, uniformiteit en herkenbaarheid, voor zover die criteria al niet zijn verwerkt.

Ten slotte zou er een algemeen toepasbare set ontwerpprocedures tot stand moeten komen die garandeert dat bij elke keuze de gevolgen voor verkeersveiligheid nadrukkelijk onderdeel van de afweging zijn. Dat kan alleen als daarvoor adequate instrumenten (rekenmodellen, checklists, effectschattingen, 'best practice') beschikbaar zijn. Voor sommige hiervan moeten voldoende gegevens beschikbaar komen, met name door grootschalige inventarisaties.

# Summary

## **Infrastructural traffic provisions and their safety aspects; The meaning of the various types of traffic provisions for a sustainably-safe traffic and transport system**

The introduction of a sustainably-safe traffic system has made very high requirements of the safety level of the traffic engineering design. The designer must be able to avail himself of sufficient and scientifically founded information about the nature and type of traffic provisions that, in the given circumstances, will be effective. However, from a scientific point of view, the knowledge about safety aspects has many empty spaces. In order to fill them, systematically designed evaluations of road layout and road safety are necessary. Furthermore, the few research results that are available must be optimally used in order to produce generalizable knowledge (e.g. by using meta analysis techniques).

At this moment in time, there is a rather fragmentary picture of the safety effects of traffic provisions. The previously conducted studies are often limited in design and difficult to compare with each other. This makes it almost impossible to get a good overview. What could be done in this literature study was to get insight in what is known now, nationally and internationally. The quality of the studies was explicitly weighed in this, and attention was paid to the circumstances and situations that have possibly influenced the effectiveness shown.

The literature showed that, relatively speaking, most of the knowledge (accident analyses) is for provisions along (especially North American) rural, single lane through-roads.

Traffic provisions can be divided in various ways, e.g. by type of road situation or by type of road user. An inventory was made of the most commonly used divisions. Then it was determined which division for this study was the most suitable and thus would direct us to the further completion of the study.

A traffic engineering design consists, in general, of a coherent system of different traffic provisions. The safety effects of a provision are partly dependant on the spatial position in relation to other provisions. Little is known of this dependency. It seems possible and sensible to keep on studying the separate provisions.

This study presents a summing-up of essential activities that should lead to more, and more extensive (accident) evaluations of traffic provisions. The priority, in the Netherlands, for new evaluation studies should be for typically sustainably-safe measures. It should also be clear whether an isolated evaluation of such a measure is sensible, or if an evaluation of a number of coherent measures is necessary. Apart from the (known) sustainably-safe requirements, there should be a limited set of criteria that are relevant for the road safety aspects of the traffic engineering design as a whole. Such supplementary criteria regard, in particular, the consistence, continuity, uniformity, and recognizability, for as far as these criteria have not already been incorporated.

Finally, a generally applicable set of design procedures should come into existence that guarantees that, for every choice, the safety effects form an emphatic part of the weighing up. This can only be done if there are adequate instruments available (calculation models, checklists, effect estimates, and best practice). Sufficient data must become available for some of these, especially for large-scale inventories.



# Inhoud

<b>1. Inleiding en probleemstelling</b>	<b>9</b>
1.1. Vraagstelling	10
1.2. Opzet van dit rapport	11
<b>2. Mogelijkheden tot ordening van infrastructurele verkeersvoorzieningen</b>	<b>12</b>
2.1. Overwegingen bij een ordening	12
2.2. Criteria voor een indeling	12
2.3. Ordeningen of indelingen van verkeersvoorzieningen	13
2.3.1. Gebruikelijke indelingen	13
2.3.2. Mogelijkheden tot ordening of indeling in het algemeen	18
2.4. Mogelijkheden tot ordening of indeling afgezet tegen indelingscriteria	18
<b>3. Veiligheidsaspecten van het verkeerskundig ontwerp als geheel</b>	<b>20</b>
3.1. Ontwerpvariabelen als richtsnoer voor het inpassen van verkeersvoorzieningen in het verkeerskundig ontwerp	20
3.2. Ontwerpvariabelen gekoppeld aan de drie hoofdprincipes van een duurzaam-veilig wegverkeer	21
<b>4. Verkeersmaatregelen ter voorkoming van conflictsituaties</b>	<b>25</b>
4.1. Verkeersvoorzieningen gerangschikt naar DV-eisen	25
4.2. Verkeersvoorzieningen en -maatregelen in het licht van operationele DV-eisen	27
4.3. Conflictsituaties en verkeersmaatregelen	32
<b>5. Veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen en verkeersmaatregelen</b>	<b>38</b>
5.1. Veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen	38
5.2. Veiligheidseffecten van verkeersmaatregelen die passen bij een duurzaam-veilig wegverkeer	44
5.3. Enkele verkeersvoorzieningen nader beschouwd	44
5.3.1. Voorrangsregeling/uitritconstructies	45
5.3.2. Zijbermen/Forgiving Roadside	46
5.3.3. Oversteekvoorzieningen	46
5.3.4. Rijrichtingscheiding	48
5.3.5. Snelheidsremmers	48
5.3.6. Erfaansluitingen	49
5.3.7. Kruispunttype	49
5.3.8. Extra rijstrook	50
5.3.9. Fietspaden	51
5.3.10. Parkeren	51
5.3.11. Rijlopers	51
5.4. Conclusies en aanbevelingen	52
<b>6. Slotbeschouwing</b>	<b>54</b>
6.1. Conclusies en aanbevelingen	54
6.2. Globale aanpak/opzet van onderzoek naar veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen en -maatregelen	55

<b>Referenties</b>		<b>58</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>Beschikbaarheid van kennis over effecten</b>	<b>71</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Gebleken effecten</b>	<b>75</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Relevante literatuur geordend naar onderwerp</b>	<b>79</b>

# 1. Inleiding en probleemstelling

Als er een vakgebied is waar 'good practice' de dagelijkse praktijk beheerst, dan is het wel de verkeerskunde. Het verkeersbedrijf moet (blijven) draaien, of er nu wel of geen kennis aan ten grondslag ligt. En toegegeven, de zaak draait redelijk, de productie bestaat uit miljoenen verplaatsingen per dag. De reis duurt soms langer dan gedacht, maar bijna iedereen komt op zijn bestemming aan. Op de ongelukkigen na die bij een ongeval betrokken raken. Elke dag zijn er in Nederland 44 miljoen verplaatsingen over de weg. Per miljoen verplaatsingen raken gemiddeld drie personen gewond (licht gewond of ze worden in het ziekenhuis opgenomen). Elke dag vallen er in totaal ongeveer 140 slachtoffers bij 115 ongevallen. Door dit aantal wordt er slechts 0,005 promille van het totale aantal verplaatsingen onderbroken. Maar ook dit kleine aandeel vindt de Nederlandse samenleving nog onaanvaardbaar hoog, en onder andere daarom is er nog steeds een verkeersveiligheidsbeleid in uitvoering.

De verplaatsingen die niet eindigen in een ongeval vinden we toch niet altijd verkeersveilig. Er treden soms manoeuvres of conflicten op die als onveilig worden ervaren, in elk geval door de verkeersdeelnemers zelf. Over het aantal conflicten en overige onveilige verkeerssituaties bestaan zeer verschillende schattingen, maar het gaat om een veelvoud van het aantal ongevallen.

Voor het verkeerskundig ontwerp zou het streven moeten zijn om een wegen verkeersomgeving te realiseren die het ontstaan (juist ten gevolge van die ontworpen omgeving) van onveilige verkeerssituaties en ernstiger gebeurtenissen (conflicten en ongevallen) uitsluit. Overigens resteren er ook in een ideale omgeving mens- en voertuigfactoren die kunnen bijdragen aan onveilige situaties. Een verkeersveilig ontwerp lijkt voor de hand te liggen, maar sneuvelt vaak door gebrek aan kennis, door concessies aan andere belangen (doorstroming, esthetiek) of door onvoldoende draagvlak (men houdt niet de ontwerper maar de verkeersdeelnemer vooral verantwoordelijk voor verkeersveiligheid). Dit rapport richt zich met name op de onderbouwing van kennis (geen ervaringskennis) die nodig is voor een verkeersveilig ontwerp.

Op dit moment bestaat er een tamelijk verbrokkeld beeld van de veiligheids-effecten van verkeersvoorzieningen. Evaluaties vinden vaak ad hoc plaats, geïnitieerd vanuit vooral lokale interesse en uitgevoerd door een breed scala aan adviesbureaus, adviseurs en onderzoeksinstituten. En de resultaten komen lang niet altijd bij de (externe) vakgenoten terecht.

Bovendien lijden evaluaties nogal eens aan methodische tekortkomingen (Opiela et al., 1999) zoals:

- te geringe omvang van de steekproef;
- verkeerd gebruik van statistische technieken;
- gebruik van de verkeerde statistische technieken;
- slechte kwaliteit van de ongevalgegevens (inclusief onderrapportage);
- slechte kwaliteit van de gegevens over de weg(omgeving);
- onmogelijkheid om storende factoren te verklaren (zowel interne als externe factoren);

- onmogelijkheid om veranderingen in de directe wegomgeving te signaleren of te verklaren;
- niet verdisconteren van ‘regressie naar het gemiddelde’.

De veiligheidseffecten van de voorzieningen in het verkeerskundig ontwerp zijn op dit moment niet voldoende ‘hard’ te maken en verbetering van deze omstandigheid vraagt forse inspanningen. Dit rapport zet een eerste stap in die richting door een overzicht te geven van bestaande kennis over de veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen. Hiervoor is gebruikgemaakt van de nationale en internationale literatuur op dit gebied.

Overigens beperkt het overzicht zich tot voorzieningen op rurale doorgaande wegen en op stedelijke verkeersaders (in termen van ‘Duurzaam Veilig’ zijn dit de gebiedsontsluitingswegen met een snelheidslimiet van respectievelijk 80 km/uur en 50 km/uur). De keuze voor deze wegcategorieën berust op de overweging dat deze wegen een grote concentratie van verkeer, conflicten en ongevallen laten zien, dat maatregelen daar dringend nodig zijn en dat er nog niet voldoende kennis beschikbaar is over de effecten van die maatregelen.

## 1.1. Vraagstelling

Het onderzoek heeft zich concreet gericht op de volgende acht vragen:

1. De hoofdvraag is welke veiligheidseffecten de verschillende verkeersvoorzieningen hebben.

Aan deze hoofdvraag gaan de volgende vragen vooraf:

Omdat er veel soorten voorzieningen bestaan, is voor een adequate behandeling enige vorm van ordening of indeling noodzakelijk

2. Welke indelingen van de verkeersvoorzieningen zijn relevant voor de behandeling van de veiligheidseffecten? Relevant zijn met name de mogelijke toepassingen in een duurzaam-veilig wegverkeer en de onderzoekbaarheid.
3. Is het verkeerskundig ontwerp als geheel een apart onderzoeksobject of kan worden volstaan met het behandelen van de afzonderlijke verkeersvoorzieningen?
4. Zijn wellicht de gebruikelijke verkeerskundige ontwerpvariabelen (met name de ontwerpsnelheid en maatgevende intensiteiten) in een verkeerskundig ontwerp bruikbare of zelfs onmisbare bindmiddelen tussen de verschillende verkeersvoorzieningen?

Verkeersvoorzieningen moeten functioneren binnen een duurzaam-veilig wegverkeer. In het bijzonder dienen de voorzieningen bij te dragen aan de hoofdprincipes van Functionaliteit, Homogeniteit en Voorspelbaarheid.

5. In welke mate dragen de bestaande verkeersvoorzieningen en de ontwerpvariabelen bij aan de realisatie van de drie hoofdprincipes van Duurzaam Veilig?

Als uitwerking van de principes van Duurzaam Veilig zijn er eisen en criteria geformuleerd, met name in ‘boekje 116’ (CROW, 1997a).

6. In welke mate zijn de bestaande verkeersvoorzieningen effectief wat betreft deze eisen en criteria?
7. Welke aanpassingen aan voorzieningen of welke nieuwe (soorten) voorzieningen zijn nodig om aan alle eisen en criteria te voldoen?

Het uitvoeren van nieuw onderzoek om effecten van bestaande, aangepaste en nieuwe voorzieningen op te sporen, is de aanleiding voor het opstellen van dit rapport.

8. Hoe ziet het Plan van Aanpak eruit voor dergelijk onderzoek?

## 1.2. Opzet van dit rapport

Het rapport start met na te gaan welke mogelijkheden er zijn om enige orde aan te brengen in de enorme verscheidenheid aan verkeersvoorzieningen. (*Hoofdstuk 2*). In praktijk en onderzoek hanteert men verschillende soorten indelingen of ordeningen. Voor dit rapport is een indeling relevant die een helder zicht biedt op de veiligheidseffecten van de voorzieningen en die tegelijkertijd voldoende houvast biedt bij het maken of analyseren van een verkeerskundig ontwerp. Ook gaan we in op de mogelijkheden om het verkeerskundig ontwerp als geheel, dus als optelsom van alle daarin voorkomende voorzieningen, te evalueren (*Hoofdstuk 3*).

In *Hoofdstuk 4* komen verkeersmaatregelen aan bod die conflictsituaties kunnen voorkomen. Het rapport bevat verder een overzicht van veiligheidseffecten volgens de gekozen indeling (*Hoofdstuk 5*).

Tot besluit volgt een plan van aanpak om te voorzien in aanvullende kennis over veiligheidseffecten (*Hoofdstuk 6*).

Alle verzamelde relevante literatuur staat gerangschikt naar onderwerp in *Bijlage 3*. De literatuur waar in de tekst van dit rapport expliciet naar wordt gerefereerd is tevens terug te vinden in de alfabetische geordende literatuulijst na *Hoofdstuk 6*.

## 2. Mogelijkheden tot ordening van infrastructurele verkeersvoorzieningen

Dit hoofdstuk moet een ordening of indeling van verkeersvoorzieningen opleveren die in de eerste plaats functioneel is voor effectevaluaties. Daarnaast zijn andere overwegingen bepalend voor een goede indeling. Gelet hierop komt een aantal indelingscriteria naar voren. Hiermee zijn de gebruikelijke en overige relevante indelingen getoetst op hun bruikbaarheid.

### 2.1. Overwegingen bij een ordening

Om uitkomsten van nog uit te voeren evaluaties te kunnen vergelijken met resultaten van anderen, zijn eerder gebruikte indelingen van belang.

Om resultaten van evaluaties toe te kunnen passen in de ontwerppraktijk, moet rekening gehouden worden met de praktijkindelingen; bijvoorbeeld de kruispuntindeling van de RONA (1986).

Om de evaluatie een verkeerskundig karakter te geven, moet men rekening houden met de grondslagen van het verkeersproces; bijvoorbeeld voorzieningen met gewoonlijk een continue stroom gelijksoortige voertuigen versus voorzieningen met gewoonlijk discontinue (deel)stromen en/of menging van ongelijksoortige voertuigen of voorzieningen met veel versus weinig passerende voertuigen.

Voor een vervoerskundig karakter van de evaluatie kan men een indeling maken volgens de verschillende onderdelen van de verplaatsing. Dijkstra et al. (1998) hanteren bijvoorbeeld voorzieningen om langs wegvakken voort te bewegen, te kruisen, te parkeren of te stallen, te rusten of te wachten.

Om de evaluatie af te stemmen op verkeersveiligheidsbeginselen, moet de indeling daarmee in overeenstemming zijn; in het bijzonder een indeling volgens de DV-wegcategorisering.

Om de evaluatie af te stemmen op een specifiek doel, bijvoorbeeld het vaststellen van verschillen tussen parkeervoorzieningen, moet de verschijningsvorm van een soort voorziening tamelijk gedetailleerd worden geregistreerd.

De evaluatie is met statistisch verantwoorde uitspraken af te sluiten, wanneer er per indelingsklasse voldoende ongevallen in de praktijk voorkomen. Als een bepaald soort voorziening weinig voorkomt (in Nederland) en er bovendien weinig ongevallen op of bij gebeuren, dan zijn dergelijke uitspraken bij voorbaat uitgesloten.

### 2.2. Criteria voor een indeling

De criteria voor een indeling volgen voornamelijk uit de voorgaande overwegingen. Niet elk criterium weegt even zwaar; in *Paragraaf 2.4* komen we daar op terug. De criteria zijn:

#### *Duurzaam Veilig*

Passend in de uitgangspunten en doelstellingen van een Duurzaam Veilig Verkeer.

#### *Relevantie voor praktijk*

Sluit aan bij de huidige werkwijze van verkeerskundige adviesbureaus en wegbeheerders.

#### *Relevantie voor verkeerskundig onderzoek*

Sluit aan bij de 'state-of-the-art' en prioriteiten in het verkeersveiligheids-onderzoek in het algemeen en het verkeerskundig en verkeerstechnisch onderzoek in het bijzonder.

#### *Verkeerskundige eisen, ontwerp als geheel*

Voldoet aan algemene verkeerskundige uitgangspunten en richtlijnen.

#### *Omvang, uitvoerbaarheid*

Past binnen de verwachte beschikbare onderzoeksmiddelen.

#### *Systematische aanpak*

Biedt mogelijkheden voor een logische opbouw en uitwerking.

#### *Aansprekend*

Appelleert aan actualiteit of maatschappelijk relevante kwesties.

### 2.3. **Ordeningen of indelingen van verkeersvoorzieningen**

#### 2.3.1. *Gebruikelijke indelingen*

##### *Wegvak - kruispunt*

Bij veel studies naar verkeersvoorzieningen, maar ook tijdens het ontwerp-proces, splitst men een aaneengesloten wegdeel of route op in afzonderlijke wegvakken en kruispunten. Het verkeersproces op een wegvak is uiteraard anders dan op een kruispunt, dus een splitsing ligt daarom voor de hand. Maar voor onderzoeks- en ontwerpdoeleinden kan deze scheiding leiden tot een 'blinde vlek' omdat weggebruikers nu eenmaal het gehele wegdeel, en meer nog dan dat, afleggen. Voor sommige analyses zou daarom een indeling op routes gebaseerd moeten worden. Voor de meeste veiligheids-studies is de indeling in wegvakken en kruispunten echter een vast uitgangspunt.

##### *Bebouwde kom en erbuiten*

Een andere veel gebruikte tweedeling is binnen en buiten de bebouwde kom. De achtergrond hiervan heeft te maken met verschillen in het verkeers-proces (met name snelheid en menging van verkeerssoorten) en verschillen in verkeersbeheersingregelingen. Ook hier geldt dat de weggebruiker deze grenzen (ongemerkt) tijdens de rit passeert, na die grens soms beslissingen moet nemen die al vóór die grens geïndiceerd zouden moeten worden en dat daarmee in het verkeerskundig ontwerp niet altijd rekening wordt gehouden.

##### *Intensiteitsklassen*

Veel indelingen zijn ook gebaseerd op de (etmaal)intensiteit van de passerende motorvoertuigen. Dit is meestal geen vaste klasse-indeling,

maar deze is afhankelijk van de geselecteerde wegvakken. Indelingen volgens de intensiteit van passerende of overstekende fietsers of voetgangers zijn sporadisch. Ook dit is een indeling ad hoc.

#### *Wegcategorieën en -typen*

Een indeling in wegcategorieën clustert een groep samenhangende kenmerken. Het gaat vooral om de functie van de categorie in het wegennet, het aantal hoofdrijbanen, het toegestane gebruik ervan (gesloten-verklaringen), de motorvoertuigintensiteit, de ligging (urbaan of ruraal), de snelheidslimiet en de toegestane kruispunttypen. Deze kenmerken betreffen met name wegen buiten de bebouwde kom. De vormgeving van die wegen wijkt echter in de praktijk nogal af van de richtlijnen. Voor de bebouwde kom bestaat eigenlijk geen duidelijke categorisering, laat staan een praktijk die daarop is afgestemd.

Wegtypen zijn een verdere onderverdeling van categorieën. Meestal voegt deze indeling informatie toe aan de wegcategorie over het aantal rijstroken, de aanwezigheid van parallelvoorzieningen (fietspaden of parallelwegen voor alle verkeer) en (soms) de aanwezigheid van parkeervoorzieningen. Er is geen reguliere indeling van wegtypen.

#### *Wegvakken*

Op het niveau van wegvakken bestaat een grote variatie in mogelijke voorzieningen en combinaties ervan. Het hangt van het onderzoeksdoel af welke indelingen relevant zijn. Voor een onderzoek naar fietsvoorzieningen is een andere indeling nodig dan voor een onderzoek naar voetgangers-oversteekvoorzieningen. Het is niet per se nodig dat beide onderzoeken dezelfde indeling hanteren. Tenzij uiteindelijk de uitkomsten van beide onderzoeken worden samengevoegd. In dat geval moeten beide indelingen een flinke overlap vertonen.

De onderzoekswereld kent geen standaardindeling van voorzieningen op wegvakniveau. We moeten hier onderscheid maken tussen onderzoek naar het lengteprofiel (alignement), naar elementen van het dwarsprofiel en naar bijzondere elementen.

Onderzoek naar het alignement richt zich meestal op de afwisseling van rechte en gebogen wegdelen. Hierbij zijn de lengte van de rechte wegdelen en de kromming van de gebogen wegdelen (boogstraal, degree of curve) van belang. Ook de totale breedte van de hoofdrijbaan is dikwijls relevant.

De meeste studies laten zien dat de indeling van het dwarsprofiel wordt vastgelegd met de voorzieningen die langs het grootste deel van de wegvaklengte liggen: hoofdrijbanen, fiets- en parkeerstroken op de rijbaan, parallelvoorzieningen en de ruimte naast de rijbanen (obstakelvrije zone, berm). Het grondgebruik aan weerszijden van de weg is dikwijls ook van belang, met name als indicatie voor de intensiteit van parkeren, in-/uitvoegen en stoppen.

De noodzaak om voorzieningen te registreren die niet over de gehele wegvaklengte voorkomen, hangt af van de onderzoeksvragen. Het gaat hier om bijzondere elementen als drempels, in-/uitritten, oversteekvoorzieningen, parkeerplaatsen, bushaltes en lichtmasten.



### Kruispuntcategorieën en -typen

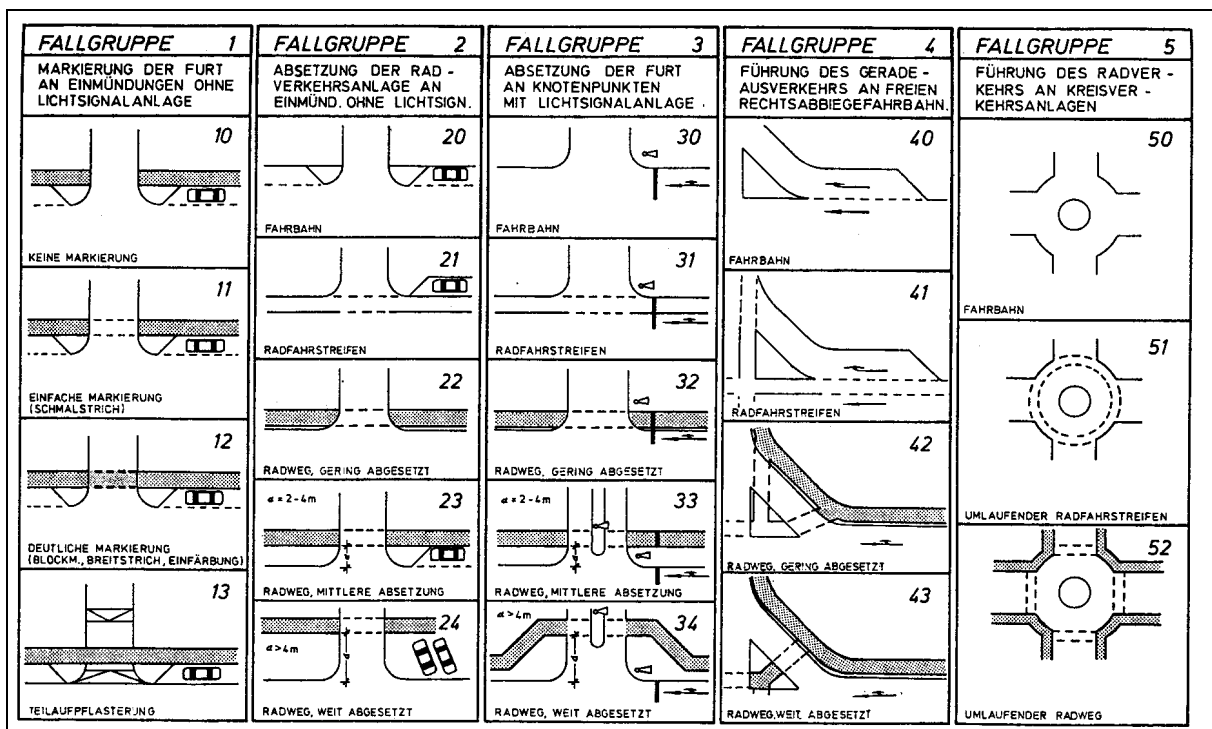
Een principiële keuze is hier aan de orde: óf kruispunten worden voor een onderzoek toegewezen aan de categorie van een van de kruisende wegen en blijven daarmee onlosmakelijk verbonden óf kruispunten vormen een aparte onderzoekseenheid met een eigen categorisering. Bij onderzoek op route- of wegdeelniveau is de aaneenschakeling van kruispunten en wegvakken van belang en zullen de meeste kruispunten onderdeel uitmaken van de categorie van een van de kruisende wegen. Bij onderzoek op kruispunten ligt het meer voor de hand de kruispunten op zich te categoriseren, los van de aansluitende wegvakken.

Kruispunttypen liggen in belangrijke mate vast: de RONA-indeling in vijf typen (RONA, 1986b), de ROA-indeling van knooppunten en aansluitingen (ROA, 1993) en de kruispunttypen in de ASVV (CROW, 1996). Er bestaat een groot aantal varianten per type. Met name de mogelijke combinaties van voorsorteerstroken en verkeerslichtenregelinstanties zijn nogal variabel.

### Kruispunten


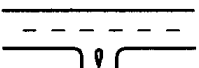

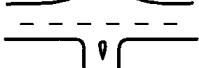

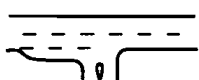

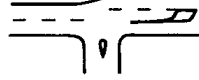
Ook binnen elk kruispunttype bestaat een grote variatie die voor menig onderzoek relevant is.

Schnüll et al. (1992b) hebben voor een onderzoek naar fietsvoorzieningen op stedelijke kruispunten 21 verschillende kruispuntsubtypen onderscheiden (zie Afbeelding 2.1).

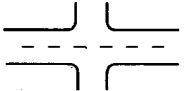
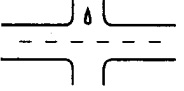
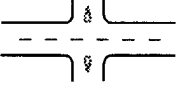
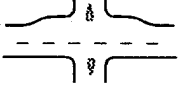







Afbeelding 2.1. Kruispuntsubtypen in het onderzoek van Schnüll et al. (1992b)

Kulmala (1995) onderzocht kruispunten buiten de kom en heeft een indeling met negen subtypen drietakskruispunten en tien subtypen viertakskruispunten (Afbeeldingen 2.2 en 2.3).

1	Junction type	Major road	Minor road(s)
1		No extra lanes	No island
2		No extra lanes	Island
3		Widening	No island
4		Widening	Island
5		Right-turn lane	No island
6		Right-turn lane	Island
7		Left-turn lane, painted island	Island
8		Left-turn lane, island	Island
9		Other or missing	

Afbeelding 2.2. *Kruispuntsubtypen met drie takken in het onderzoek van Kulmala (1995)*

Junction type	Major road	Minor road(s)
1 	No extra lanes	No islands
2 	No extra lanes	Island / no island
3 	No extra lanes	Island / island
4 	Widening in one direction	Island in most cases
5 	Widening in both directions	Island in most cases
6 	Right-turn lanes only	Island in most cases
7 	One left-turn lane	Island in most cases
8 	Two left-turn lanes	Island in most cases
9 	Right- & left-turn lanes	Island in most cases
10	Other or missing	

Afbeelding 2.3. *Kruispuntssubtypen met vier takken in het onderzoek van Kulmala (1995)*

Elk onderzoek kent zijn eigen wenselijke indeling in kruispuntssubtypen. Er bestaat nog geen overeenstemming tussen onderzoekers of tussen wegontwerpers over een algemene indeling in kruispuntssubtypen. Vaak vermijdt men deze gedetailleerde typologie door een groot aantal kenmerken van elk kruispunt te verzamelen en vervolgens via statistische analyse de kenmerken te traceren die de beste kwantitatieve relatie vertonen met het onderzochte verschijnsel; in dit geval het aantal ongevallen of slachtoffers (CROW, 1997b; Herrstedt et al., 1994; Summersgill et al., 1996; Taylor et al., 1996; Layfield et al., 1996).

### 2.3.2. *Mogelijkheden tot ordening of indeling in het algemeen*

Gelet op de overwegingen die voor een ordening gelden en gelet op de gebruikelijke indelingen, resulteren de volgende mogelijkheden tot een ordening:

#### *Onderdelen van dwars- en lengteprofiel*

Dit omvat onderdelen als rijbaan, berm, parallelvoorziening, alsmede recht wegvak, boog en kruispunt.

#### *Doelgroepen*

Hieronder vallen de gebruikelijke groepen verkeersdeelnemers als autobestuurders, fietsers en voetgangers.

#### *Maatregelen*

Denk aan verkeersmaatregelen als snelheidsremmers, fietsvoorzieningen en oversteekvoorzieningen. Maar ook een algemeen kenmerk als rijstrookbreedte is een maatregel zodra men er een verandering in aanbrengt. Op deze manier bezien zijn bijna alle onderwerpen binnen het verkeerskundig ontwerp al in de vorm van maatregelen onderzocht of gerapporteerd.

#### *Probleemsituaties*

Een aanduiding voor verkeersonveilige situaties: situaties met absoluut of relatief te veel ongevallen.

#### *DV-eisen*

Alle eisen die door CROW en Infopunt Duurzaam Veilig zijn geformuleerd.

#### *Omgevingskenmerken*

De afstand vanaf de rijbaan tot en de omvang van fysieke elementen buiten de verkeersruimte, zoals bebouwing, bomenrijen, straatmeubilair en sloten/grachten/kanalen.

#### *Netwerkcomponenten*

Alle onderdelen van de verkeersinfrastructuur, met name wegvakken en kruispunten in onderlinge samenhang (dimensie, positie, richting).

#### *Verkeers- en conflictsituaties*

De posities, richtingen en snelheid van verkeersdeelnemers op een bepaald moment en een bepaalde plaats. Verkeersdeelnemers die dreigen te botsen of van de weg te raken, verkeren in een conflictsituatie.

#### *Routes*

Aaneensluitend geheel van wegvakken en kruispunten waarlangs een verkeersdeelnemer een rit of wandeling zou kunnen maken.

### 2.4. **Mogelijkheden tot ordening of indeling afgezet tegen indelingscriteria**

Hoe de mogelijkheden tot ordening of indeling scoren op de genoemde indelingscriteria is in *Tabel 2.1* weergegeven.

Ordering/indeling	Duurzaam Veilig	Relevantie voor praktijk	Relevantie voor verkeerskundig onderzoek	Verkeers- kundige eisen, ontwerp als geheel	Omvang, uitvoerbaarheid	Systematische aangepak	Aansprekend	'-' score
Onderdelen van dwars- en lengte- profiel	-	+	+	-	-	+	-	----
Doelgroepen	+	-	-	-	+	+	+	---
Maatregelen	-	+	+	+	+	-	+	--
Probleemsituaties	-	+	-	-	-	-	+	----
DV-eisen	+	+	+	+	+	+	+	geen
Omgevings- kenmerken	-	-	-	-	+	+	-	----
Netwerk- componenten	-	-	+	+	-	+	-	----
Verkeers- /conflictsituaties	+	+	+	+	-	-	+	--
Routes	+	-	+	+	+	-	+	--

Tabel 2.1. *Geschiktheid van verschillende ordening of indelingen volgens enkele indelingscriteria.*

De beste scores resulteren voor een ordening of indeling volgens DV-eisen (geen '-'), en voor maatregelen, verkeers- of conflictsituaties en routes (alle tweemaal '-'). De verdere ordening of indeling in dit rapport bestaat daarom uit een indeling van maatregelen naar DV-eisen, verkeers-/conflictsituaties en routes.

### 3. Veiligheidsaspecten van het verkeerskundig ontwerp als geheel

Is het veiligheidsniveau van het verkeerskundig ontwerp als geheel, gelijk aan de som van de veiligheidsniveaus van de verschillende onderdelen (verkeersvoorzieningen) waaruit het bestaat? Deze vraag is, voor zover ons bekend, nog niet onderzocht of beantwoord. In dit verband is het van belang dat er veronderstellingen bestaan over de veiligheidsaspecten van het 'wegbeeld'. Het wegbeeld is weliswaar niet hetzelfde als het verkeerskundig ontwerp maar is voor de weggebruiker de driedimensionale (dynamische) weergave ervan. Concepten als 'Duurzaam-Veilig Verkeer' (Koorstra et al., 1992), 'Self-Explaining Roads' (Theeuwes & Godthelp, 1992) en 'Positive Guidance' (Alexander & Lunenfeld, 1990) veronderstellen dat het wegbeeld van groot belang is voor de herkenbaarheid en voorspelbaarheid van verkeerssituaties en daarmee van invloed is op de uiteindelijke veiligheid. De samenhang van de onderdelen waaruit het wegbeeld is opgebouwd, en dus de aard en ruimtelijke positie van de verkeersvoorzieningen en hun onderlinge posities in het ontwerp, zou volgens deze concepten de veiligheid beïnvloeden. Dit kan betekenen dat het veiligheidsniveau van het ontwerp als geheel (het wegbeeld) niet gelijk is aan de som van de veiligheidsniveaus van de afzonderlijke voorzieningen. De concepten suggereren of beogen zelfs dat in bepaalde gevallen de veiligheid van het geheel groter is dan de gesommeerde veiligheid van de afzonderlijke delen. Dit zal overigens nog steeds bewezen moeten worden.

Het gevolg van deze veronderstelling(en) is onder andere dat nieuw onderzoek naar het effect van een bepaald soort verkeersvoorziening altijd rekening moet houden met de aanwezigheid, aard en ruimtelijke positie van andere voorzieningen en met de omstandigheden waarin deze functioneren. Dit belast het opzetten en uitvoeren van dergelijk onderzoek. Er moeten namelijk veel gegevens worden verzameld per ontwerp en er moeten veel verschillende ontwerpen worden geselecteerd. Op zich is dat gebruikelijk bij veiligheidsonderzoek, maar nieuw is de eis dat ook de ruimtelijke posities van belang zijn. Dus kan men niet volstaan met louter een inventarisatie van locaties waarin bijvoorbeeld een bepaald type oversteekvoorziening is aangelegd, maar moet men ook nagaan hoe die voorzieningen zijn gesitueerd ten opzichte van andere verkeersvoorzieningen (aard, dimensies). Er is maar weinig onderzoek uitgevoerd volgens deze extra eis. Kennis uit het verleden is daarmee voor deze 'toepassing' slechts in geringe mate bruikbaar; er nog altijd van uitgaande dat de veronderstelling(en) uit de genoemde concepten zinnig en zwaarwegend zijn.

#### 3.1. Ontwerpvariabelen als richtsnoer voor het inpassen van verkeersvoorzieningen in het verkeerskundig ontwerp

Verkeerskundige ontwerpvariabelen zijn noodzakelijk om de ruimtelijke dimensies van de voorzieningen te bepalen. Tot deze variabelen behoren afmetingen, rijnsnelheden en versnellingskarakteristieken van kenmerkende voertuigen (ontwerpvoertuigen) alsmede (geprognosticeerde) aantallen passerende voertuigen per tijdseenheid. Een belangrijke ontwerpvariabele is de zogeheten ontwerpsnelheid: "de snelheid die maatgevend is voor de

vormgeving en dimensionering van de weg en de ontwerpelementen, zodat bestuurders van afzonderlijke voertuigen, niet gehinderd door overig verkeer, bij die snelheid veilig kunnen rijden en waarbij als standaardconditie wordt uitgegaan van een nat wegdek” (RONA, 1989).

De ontwerpvariabelen geven cohesie aan een verkeerskundig ontwerp als geheel en zelfs aan complete routes van aaneengesloten wegvakken en kruispunten. Want alle verkeersvoorzieningen in het ontwerp en op de route moeten voldoen aan enkele gemeenschappelijke variabelen, bijvoorbeeld een gelijke ontwerpsnelheid en één ontwerpvoertuig.

In beginsel zijn alle voorzieningen in een ontwerp of op een route onderworpen aan deze ontwerpvariabelen. Maar er zijn voorzieningen die minder relevant zijn, bijvoorbeeld voorzieningen ver naast de hoofdrijbaan. En sommige voorzieningen zijn doelbewust in het ontwerp of bij de uitvoering anders vormgegeven dan volgens de ontwerpvariabelen gewenst zou zijn, bijvoorbeeld een te smalle fietsstrook om (ogenschijnlijk) een fietsvoorziening te bieden.

Een effectmeting van een verkeerskundig ontwerp als geheel zou zich kunnen richten op de mate waarin de toegepaste voorzieningen zijn afgestemd op de gekozen (waarden van de) ontwerpvariabelen. Deze aanpak lijkt sterk op de methode van de ‘design consistency’, die vooral door Lamm et al. (1999) wordt gepropageerd, maar die methode blijft beperkt tot toepassing op het lengteprofiel van enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom. De aanpak die in het onderhavige rapport wordt voorgesteld, beoogt het gehele verkeerskundige ontwerp, óók de verkeersvoorzieningen naast de hoofdrijbaan, te evalueren.

In sommige (stedebouwkundige) ontwerperskringen hanteert men het begrip ‘total design’. Naar analogie hiervan lijkt in dit rapport het begrip ‘overall design consistency’ op zijn plaats.

Bij het ontwerpen met variabelen doet de ontwerper tal van aannames over mensen, voertuigen en omstandigheden op en rond de weg. Die aannames moeten ook in een effectevaluatie van een ontwerp aan de orde komen. Want ze zijn in sterke mate bepalend voor het uiteindelijke ontwerp, ze werken door in het gebruik van de gerealiseerde voorzieningen en ze bepalen in belangrijke mate de gebruikersfouten.

### **3.2. Ontwerpvariabelen gekoppeld aan de drie hoofdprincipes van een duurzaam-veilig wegverkeer**

De drie hoofdprincipes binnen een duurzaam-veilig wegverkeer zijn:

- I. Functioneel gebruik van het wegennet;
- II. Homogeniteit binnen wegvakken en kruispunten (snelheidsmassa en richtingverschillen minimaliseren);
- III. Herkenbaarheid en voorspelbaarheid van verkeerssituaties via het wegbeeld.

De ontwerpvariabelen kunnen we onderverdelen in inputvariabelen en intermediërende variabelen. De inputvariabelen betreffen de basisgegevens voor het ontwerp. Deze gegevens zijn

- afkomstig uit prognoses (de output daarvan);
- keuzen van of aannames door de ontwerper of zijn opdrachtgever;
- geologische of stedenbouwkundige kenmerken, bijvoorbeeld hoogteverschillen respectievelijk bestaande bebouwing.

De intermediërende variabelen bestaan uit ontwerpvariabelen die via berekeningen volgen uit inputvariabelen en extra aannames of randvoorwaarden. Een voorbeeld hiervan is de V85 die men gebruikt als ontwerpsnelheid, gegeven de inputvariabele snelheidslimiet en de aannames die horen bij de definitie van de ontwerpsnelheid. De output van het ontwerpproces is uiteraard het globale of gedetailleerde verkeerskundig ontwerp.

De gebruiksvariabelen betreffen alle waarneembare kenmerken van het gebruik van de weginfrastructuur. Ze zijn onder te verdelen in feitelijke en beoogde gebruiksvariabelen.

In het ontwerpstadium berusten de gebruiksvariabelen op aannames, ervaringskennis en eventuele onderzoeksresultaten van vergelijkbare ontwerpen. Pas na uitvoering kunnen waarnemingen van feitelijk gebruik worden gedaan

#### *I. Functioneel gebruik van het wegennet*

##### *Input*

- beoogde verkeersfunctie van de verbinding
- prognose van etmaalintensiteit, eventueel uitgesplitst naar verkeerssoort

##### *Intermediërende variabele*

- berekende V85

##### *Output*

- aantal rijstroken per richting
- parallelvoorzieningen (fietsstroken, fietspaden, parallelwegen)
- horizontaal alignement

##### *Waargenomen gebruik*

- etmaalintensiteit
- gemeten snelheden
- afwikkelingsniveau

#### *II. Homogeniteit (snelheids-, richting- en massaverschillen minimaliseren)*

##### *Input*

- hoogteverschillen
- samenstelling verkeer
- stroefheid wegdek

##### *Intermediërende variabele*

- wrijvingscoëfficiënt
- zichtkegels
- zichtafstanden

##### *Output*

- extra parallelvoorzieningen (fietsstroken, fietspaden, parallelwegen)
- obstakelvrije zone
- afschermingsvoorzieningen
- verticaal alignement
- kruispuntsvorm

##### *Waargenomen gebruik*

- snelheidsverschillen
- onderlinge afstanden
- gap-acceptatie (= volgtijd)



### III. Herkenbare en voorspelbare verkeerssituaties en wegomgeving

#### *Input*

- obstakels
- aangrenzende bebouwing

#### *Intermediërende variabele*

- zichtkegels
- zichtafstanden
- gedragsregels

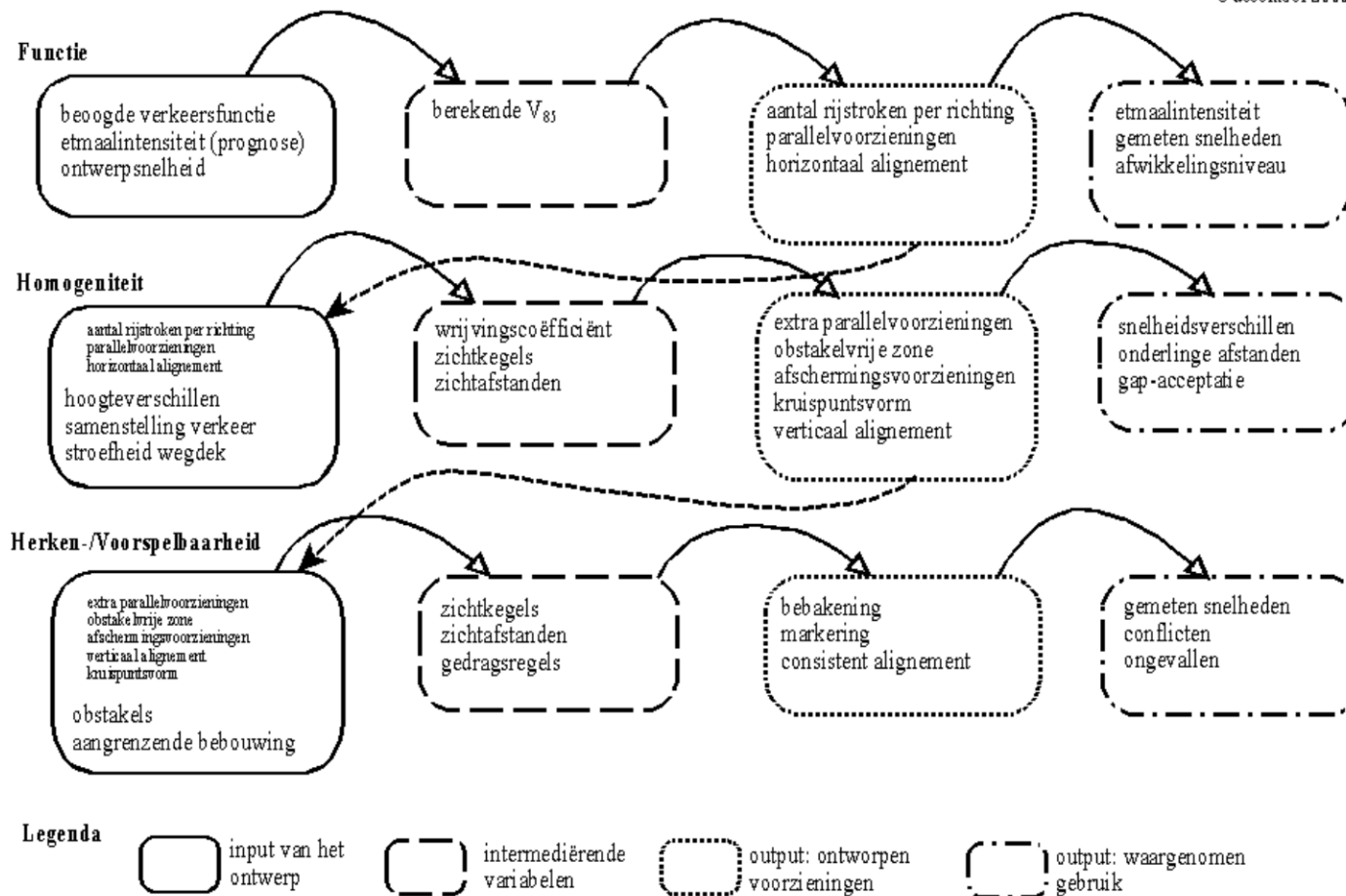
#### *Output*

- bebakening
- markering
- consistent alignement

#### *Waargenomen gebruik*

- gemeten snelheden
- conflicten
- ongevallen

In het navolgende stroomschema (*Afbeelding 3.1*) zijn de input, intermediërende variabelen, output en waargenomen gebruik per DV-hoofdprincipe aan elkaar gerelateerd.



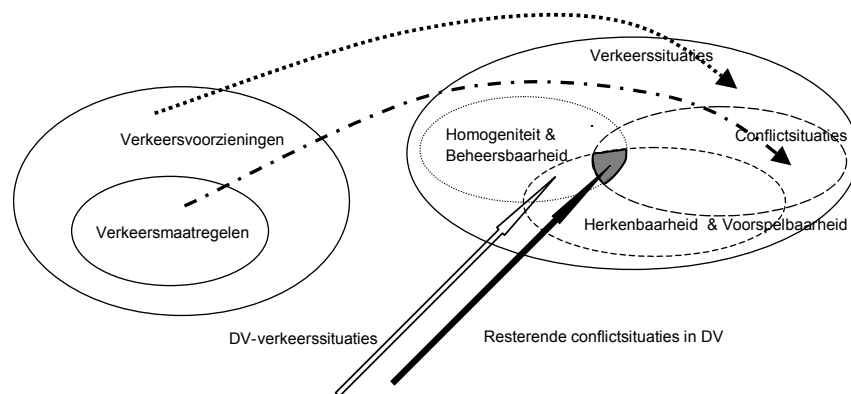
Afbeelding 3.1. Stroomschema met input, variabelen en output.

## 4. Verkeersmaatregelen ter voorkoming van conflictsituaties

Binnen de verzameling van (alle) verkeersvoorzieningen valt de deelverzameling verkeersmaatregelen. Deze bevat alle maatregelen die daadwerkelijk worden genomen (een voorziening die bepaald is naar plaats en ingepast is in het ontwerp) en die voldoen aan de eisen in het Besluit Administratieve Bepalingen Wegverkeer (BABW), inclusief bijpassende bebording en markering. Daarnaast is er de verzameling verkeerssituaties, waarbinnen drie deelverzamelingen van belang zijn (zie ook het Venndiagram in *Afbeelding 4.1*):

1. conflictsituaties;
2. homogene en beheersbare situaties;
3. herkenbare en voorspelbare situaties.

De doorsnede van de deelverzamelingen 2 en 3 bestaat uit de duurzaam-veilige verkeerssituaties. De doorsnede van de drie deelverzamelingen bestaat uit de conflictsituaties die zich ook in een duurzaam-veilig wegverkeer nog kunnen voordoen.



Afbeelding 4.1. *Maatregelen en verkeerssituaties.*

De verzameling verkeersvoorzieningen heeft in het algemeen uiteraard een relatie met de verzameling verkeerssituaties. Tussen de deelverzameling verkeersmaatregelen en de deelverzameling conflictsituaties zou een functie moeten bestaan die erop neerkomt dat de verkeersmaatregelen tot zo weinig mogelijk conflictsituaties mogen leiden. Deze functie zou voor duurzaam-veilige maatregelen zo gespecificeerd moeten worden dat de doorsnede van de drie deelverzamelingen een minimale omvang krijgt.

### 4.1. Verkeersvoorzieningen gerangschikt naar DV-eisen

In *Paragraaf 3.1* is uitgegaan van ontwerpvariabelen en maatregelen of voorzieningen op routeniveau. Een verdere onderverdeling van route naar wegvak en kruispunt is wenselijk omdat lang niet alle maatregelen op routeniveau voorkomen. Tevens is de toevoeging van het schaalniveau 'netwerk' relevant omdat met name de DV-eis 'functionaliteit' op dat niveau speelt. Daarmee zijn er drie schaalniveaus te hanteren: netwerk, route en wegvak/kruispunt.

Bij elke voorziening past een karakteristiek aantal verkeerssituaties. Verkeersmaatregelen maken deel uit van de verzameling voorzieningen. Een maatregel die een veiligheidsdoel dient past bij ten minste één bijzonder soort verkeerssituatie, namelijk een conflictsituatie. In *Tabel 4.1* is deze indeling als voorbeeld uitgewerkt.

De meeste maatregelen in het verkeerskundig ontwerp hebben een sterke relatie met de homogeniteits- en beheersbaarheidseisen. De relatie met de overige DV-eisen is beduidend zwakker. Daarom hanteren we bij de hiernavolgende bespreking van de verschillende verkeersmaatregelen steeds een ordening of indeling zoals geïllustreerd in *Tabel 4.2*.

DV-eisen		Schaal-niveau	Conflict-situatie 1	Conflict-situatie 2	Conflict-situatie 3	Conflict-situatie 4	
Functioneel	Zo min mogelijk over onveilige wegen	Netwerk					
		Route					
	Zo kort mogelijke ritten	Netwerk					
		Route					
	Kortste route is veilige route	Netwerk					
		Route					
Homogeen en beheersbaar	Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak	Maatregel A				
		Kruispunt					
	Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak			Maatregel B		
		Kruispunt					
	Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak					
		Kruispunt					
	Snelheid reduceren op conflictpunten	Wegvak					
		Kruispunt					
	Van de weg afraken vermijden	Wegvak					
		Kruispunt					
	Herkenbaar en voorspelbaar	Zoekgedrag vermijden	Route				
			Wegvak				
Kruispunt							
Herkenbare wegcategorieën		Route					
		Wegvak					
		Kruispunt					
Uniforme verkeerssituaties		Route					
		Wegvak					
		Kruispunt					

Tabel 4.1. Voorbeeld van de voorgestelde ordening of indeling van maatregelen naar DV-eisen, schaalniveau en conflictsituatie.

DV-eisen omtrent homogeniteit en beheersbaarheid	Schaal-niveau	Conflict-situatie 1	Conflict-situatie 2	Conflict-situatie 3
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt	Maatregel A		
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak			Maatregel B
	Kruispunt			
Snelheid reduceren op conflictpunten	Wegvak			
	Kruispunt			
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			
	Kruispunt		Maatregel C	

Tabel 4.2. Voorbeeld van een indeling van verkeersmaatregelen naar homogeniteits- en beheersbaarheidseisen, schaalniveau en conflictsituatie

#### 4.2. Verkeersvoorzieningen en -maatregelen in het licht van operationele DV-eisen

Aanvullend aan de functionele eisen stelt het CROW (1997a) operationele eisen aan de verkeersvoorzieningen. Deze bestaan uit twee groepen:

1. eisen die binnen een wegcategorie gelden;
2. eisen die de verschillen tussen wegcategorieën moeten garanderen.

Groep 2 betreft vooral de herkenbaarheid voor de weggebruiker en is hier niet direct aan de orde (zie *Tabel 4.3*). Groep 1 is wel relevant omdat bij elke eis uit deze groep (op snelheidslimiet en overgang dwarsprofiel na) ten minste één verkeersmaatregel past die garandeert dat aan de eis zal worden voldaan. Deze maatregelen zijn per eis in *Tabel 4.4* opgesomd.

Plaats of niveau	Soort eis	Code	Operationele en overige eisen voor wegen en straten in bebouwde kommen
Netwerk	Functie	N1	Afstand tussen kruispunten
	Functie	N2	Netwerkstructuur
Wegvak	Tussen	W2	Markering (in lengterichting)
	Tussen	W3	Rijbaanindeling
	Tussen	W6	Verharding (mate van vlakheid)
	Tussen	W16	Verlichting
	Tussen	W17	Bewegwijzering
	Tussen	W18	Categorieaanduiding
	Tussen	W21	Omgeving
Overgang tussen categorieën	Tussen	O1	Kruispunt
	Tussen	O2	Komgrens

Tabel 4.3. Functionele en operationele eisen, per wegcategorie; de betreffende eisen moeten de verschillen tussen categorieën garanderen.

Plaats of niveau	Soort eis	Code	Operationele en overige eisen voor wegen en straten in bebouwde kommen
Netwerk	Functie	N3	Omvang verblijfsgebied
Wegvak	Binnen	W1	Snelheidslimiet
	Binnen	W4	Pechvoorziening
	Binnen	W5	Rijbaanscheiding (overrijdbaarheid)
	Binnen	W7	Erfaansluiting
	Binnen	W8	Oversteken (op wegvakken)
	Binnen	W9	Parkeren op rijbaan of laden/lossen
	Binnen	W10	Halte bus/tram op rijbaan
	Binnen	W11	Obstakelafstand
	Binnen	W12	Fietser op rijbaan
	Binnen	W13	Bromfietser op rijbaan
	Binnen	W14	Langzaam gemotoriseerd verkeer op rijbaan
	Binnen	W15	Snelheidsremmers
	Binnen	W19	Profiel van vrije ruimte
	Binnen	W20	Overgang in dwarsprofiel
Kruispunt	Binnen	K1	Gelijkvloers, rechts voor links
	Binnen	K2	Verkeerslichtenregeling
	Binnen	K3	Voorrangsregeling
	Binnen	K4	Snelheidsremmende maatregel
	Binnen	K5	Zichtafstanden
	Binnen	K6	Rijbaanindeling (stroken per verkeerssoort)

Tabel 4.4. *Functionele en operationele eisen, per wegcategorie; de betreffende eisen moeten de veiligheid binnen een categorie garanderen.*

Vervolgens is voor elke verkeersmaatregel nagegaan wat het doel ervan is of zou kunnen zijn ten aanzien van manoeuvres, positie op de weg en rijsnelheid; zie *Tabel 4.5*.

Verkeersvoorziening	Doel van voorziening
Asverschuiving	Wegvak: rijsnelheid motorvoertuig beperken
Berijdbare berm	Wegvak: bestuurbaar houden van motorvoertuig bij van de weg afraken
Buitenberm	Wegvak: van de weg afraken
Busbaan	Wegvak: ongestoorde afwikkeling busverkeer
Drempel	Wegvak: te hoge rijsnelheid motorvoertuig
Fietspad	Wegvak: fysiek scheiden van fiets – motorvoertuig
Fietsstrook	Wegvak: visueel scheiden van fiets – motorvoertuig
Fietssuggestiestrook	Wegvak: visueel scheiden van fiets – motorvoertuig
Geleiderail	Wegvak: van de weg afraken vermijden
Haven (pech-, bus-)	Wegvak: opvangen van motorvoertuig dat moet stoppen
Langsmarkering	Wegvak: visueel scheiden van rijrichtingen of van parallelle richtingen
	Kruispunt: idem
Middenberm	Wegvak: fysiek scheiden van rijrichtingen
Obstakelbeveiliger	Wegvak: fysiek afschermen van obstakel
Opvangfietspad	Kruispunt: overgang voor fiets van gemengd verkeer naar oversteeklocatie
Overrijdbare scheidingselementen	Wegvak: visueel en beperkt fysiek scheiden van rijrichtingen
Oversteekplaats	Wegvak: combinatie van voorzieningen om oversteken te faciliteren
	Kruispunt: idem
Parallelvoorziening	Wegvak: rijbaan naast hoofdrijbaan voor laden, lossen en langzaam verkeer
Parkeerstrook	Wegvak: gedeelte van de rijbaan waar parkeren is toegestaan
Parkeervakken	Wegvak: idem
Tussenberm	Wegvak: ruimtelijke scheiding van rijbanen
	Kruispunt: idem
In-/uitrit(constructie)	Wegvak: toegang geven tot naast de weg gelegen perceel
Verkeersregelinstallatie	Kruispunt: scheiden van rijrichtingen en verkeerssoorten in de tijd
Versmalling	Wegvak: rijsnelheid motorvoertuig beperken, in het bijzonder bij tegemoetkomend verkeer
Voetpad	Wegvak: scheiden van voetganger en bestuurders
Voorrangsregeling	Wegvak: voorrang anders dan de algemene voorrangsregel 'rechts voor links'
	Kruispunt: idem
Voorsorteerstrook:	Kruispunt: scheiden van voorgenomen rijrichtingen

Tabel 4.5. *Verkeerstechnische voorzieningen gerelateerd aan het doel ervan.*

Ten slotte zijn deze doelen vertaald in concrete verkeerssituaties die aanleiding kunnen geven tot conflictsituaties (*Tabel 4.6*).

Verkeersvoorziening	Doel van voorziening	Verkeerssituatie
Asverschuiving	Wegvak: rijsnelheid motorvoertuig beperken	Manoeuvrerend, rechtdoorgaand motorvoertuig
Berijdbare berm	Wegvak: bestuurbaar houden van motorvoertuig bij van de weg afraken	Tijdelijk stuurloos, rechtdoorgaand motorvoertuig
Buitenberm	Wegvak: van de weg afraken	Rechtdoorgaand motorvoertuig
Busbaan	Wegvak: ongestoorde afwikkeling busverkeer	Rechtdoorgaand motorvoertuig
Drempel	Wegvak: te hoge rijsnelheid motorvoertuig	Rechtdoorgaand motorvoertuig
Fietspad	Wegvak: fysiek scheiden van fiets – motorvoertuig	Fiets en motorvoertuig in dezelfde richting
Fietsstrook	Wegvak: visueel scheiden van fiets – motorvoertuig	Fiets en motorvoertuig in dezelfde richting
Fietssuggestiestrook	Wegvak: visueel scheiden van fiets – motorvoertuig	Fiets en motorvoertuig in dezelfde richting
Geleiderail	Wegvak: van de weg afraken vermijden	Rechtdoorgaand motorvoertuig
Haven (pech-, bus-)	Wegvak: opvangen van motorvoertuig dat moet stoppen	Manoeuvrerend, afremmend motorvoertuig
Langsmarkering	Wegvak: visueel scheiden van rijrichtingen of van parallelle richtingen	Rechtdoorgaand motorvoertuig
	Kruispunt: idem	Rechtdoorgaand of afslaand motorvoertuig
Middenberm	Wegvak: fysiek scheiden van rijrichtingen	Rechtdoorgaand motorvoertuig in tegengestelde richting
Obstakelbeveiliger	Wegvak: fysiek afschermen van obstakel	Tijdelijk stuurloos voortbewegend motorvoertuig
Opvangfietspad	Kruispunt: overgang voor fiets van gemengd verkeer naar oversteeklocatie	Manoeuvrerende fiets
Overrijdbare scheidings-elementen	Wegvak: visueel en beperkt fysiek scheiden van rijrichtingen	Rechtdoorgaand motorvoertuig in tegengestelde richting
Oversteekplaats	Wegvak: combinatie van voorzieningen om oversteken te faciliteren	Voertuig kruist rechtdoorgaand(e) voertuig(en)
	Kruispunt: idem	Voertuig kruist rechtdoorgaand(e) of afslaand(e) voertuig(en)
Parallelvoorziening	Wegvak: rijbaan naast hoofdrijbaan voor laden, lossen en langzaam verkeer	Langzaam verkeer mengt met manoeuvrerende motorvoertuigen
Parkeerstrook	Wegvak: gedeelte van de rijbaan waar parkeren is toegestaan	Manoeuvrerend, afremmend motorvoertuig, kruist eventueel rechtdoorgaande fiets of bromfiets



Verkeersvoorziening	Doel van voorziening	Verkeerssituatie
Parkeervakken	Wegvak: idem	Manoeuvrerend, afremmend motorvoertuig, kruist eventueel rechtdoorgaande fiets of bromfiets
Tussenberm	Wegvak: ruimtelijke scheiding van rijbanen	Voertuigen in dezelfde richting
	Kruispunt: idem	Voertuigen in dezelfde richting
In-/uitrit(constructie)	Wegvak: toegang geven tot naast de weg gelegen perceel	Kruisende motorvoertuigen en fiets of motorvoertuigen en voetganger of motorvoertuigen en bromfiets
Verkeersregelinstallatie	Kruispunt: scheiden van rijrichtingen en verkeerssoorten in de tijd	Kop-staartconflicten, kruisende voertuigen, afslaand motorvoertuig en rechtdoorgaande fiets of bromfiets
Versmalling	Wegvak: rijsnelheid motorvoertuigen beperken, in het bijzonder bij tegemoetkomend verkeer	Rechtdoorgaand motorvoertuig, eventueel met tegemoetkomend motorvoertuig en/of met fiets in dezelfde richting
Voetpad	Wegvak: scheiden van voetganger en bestuurders	Uitsluitend bestuurders op rijbaan
Voorrangsregeling	Wegvak: voorrang anders dan de algemene voorrangsregel 'rechts voor links'	Bij kruisend verkeer verleent alle verkeer op een richting voorrang aan andere richting
	Kruispunt: idem	Bij kruisend verkeer verleent alle verkeer op een richting voorrang aan andere richting
Voorsorteerstrook	Kruispunt: scheiden van voorgenomen rijrichtingen	Manoeuvrerende voertuigen in dezelfde richting

Tabel 4.6. *Verkeerstechnische voorzieningen gerelateerd aan het doel ervan en aan de bijbehorende verkeerssituaties.*

### 4.3. Conflictsituaties en verkeersmaatregelen

Er is nagegaan of een koppeling mogelijk is tussen conflictsituaties enerzijds en verkeersvoorzieningen en -maatregelen anderzijds. De conflictsituaties zijn verdeeld naar wegcategorie (GOW50, GOW80 en ETW60) en daarbinnen naar wegvak en kruispunt; zie *Tabel 4.7*.

Conflictsituatie	Verkeersmaatregel
GOW50	
Fiets – motorvoertuig	
– Kruispunt: rechtsafslaand motorvoertuig - rechtdoorgaande fiets	Aparte fase in verkeersregelinstallatie en/of afgeknut fietspad
– Wegvak: mengen	Fietsstrook of –pad
– Wegvak, bij zijstraat of inrit: idem	Verhoogd fietspad en markering
– Ronde: idem	Verhoogd fietspad en markering
– Parkerend of geparkeerd motorvoertuig - rechtdoorgaande fiets	Parkeerverbod of parkeren links van fietsers
Motorvoertuig – motorvoertuig	
– Kruispunt: kruisende voertuigen	Ronde of verkeersregelinstallatie of drempel vóór kruispunt
– Kruispunt: kop-staart	Voorrangsregeling
– Wegvak: tegemoetkomende voertuigen	Rijrichtingscheiding
– Wegvak: parkerend motorvoertuig	Parkeerverbod of parkeren op parallelweg
Voetganger – motorvoertuig	
– Wegvak: overstekende voetganger	Oversteekvoorziening
– Kruispunt: idem	Oversteekvoorziening
Bromfiets – motorvoertuig	
– Kruispunt: rechtsafslaand motorvoertuig - rechtdoorgaande bromfiets	Bromfiets op de rijbaan
– Kruispunt: kruisende bromfiets en motorvoertuig	Voorrangsregeling
Fiets – voetganger	
– Wegvak: overstekende voetganger op fietspad	Oversteekvoorziening
Bromfiets – voetganger	
– Wegvak: overstekende voetganger op fietspad	Bromfiets op de rijbaan
– Wegvak: overstekende voetganger op rijbaan	Oversteekvoorziening
GOW80	
Fiets – motorvoertuig	
– Rechtdoorgaande fiets en afslaand of kruisend motorvoertuig	Uitbuigend fietspad of verhoogd fietspad
Motorvoertuig – motorvoertuig	
– Kruispunt: kruisende voertuigen	Verkeersregelinstallatie
– Kruispunt: kop-staart	Drempel ( $V_c=50$ km/uur) vlak voor kruispunt

Conflictsituatie	Verkeersmaatregel
– Wegvak: tegemoetkomende voertuigen	Rijrichtingscheiding
Motorvoertuig	
– Stuurloos voertuig	Berijdbare obstakelvrije berm of geleiderail
ETW60	
Fiets – motorvoertuig	
– Wegvak: mengen	Fietssuggestiestrook
– Kruispunt: kruisend motorvoertuig en fiets	Plateau
Motorvoertuig – motorvoertuig	
– Wegvak: snelheidsverschillen	Smalle rijstrook en rijbaan
– Wegvak: tegemoetkomende voertuigen	Smalle rijstrook en rijbaan
– Kruispunt: kruisende voertuigen	Plateau
Motorvoertuig	
– Stuurloos voertuig	Berijdbare obstakelvrije berm

Tabel 4.7. *Conflictsituaties en verkeersmaatregelen ter voorkoming ervan, op GOW50, GOW80 en ETW60.*

Gelet op de voorgaande relaties en koppelingen, is geprobeerd de DV-eisen voor homogeniteit en beheersbaarheid per wegcategorie te koppelen aan conflictsituaties en verkeersmaatregelen; zie de *Tabellen 4.8 t/m 4.11*.

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Fiets versus motorvoertuig	Motorvoertuig versus motorvoertuig	Voetganger versus motorvoertuig
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak		- Rijrichting-scheiding	
	Kruispunt		- Ronde - VRI	
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak		- Geen inritten: alleen rechts afslaan toestaan	- Oversteekvoorziening
	Kruispunt	- Aparte fase in VRI <sup>*)</sup> - Voorrangsregeling	- Ronde - VRI	- Oversteekvoorziening
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak	- Fietsstrook/-pad Bij geparkeerde en parkerende voertuigen: - parkeerverbod - parkeren links van fietsers	- Parkeren op parallelweg	
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak	Bij inrit/zijstraat: - verhoogd fietspad		
	Kruispunt	Bij rotonde: - verhoogd fietspad	- Voorrangsregeling Bij VRI: - drempel vóór kruispunt <sup>**) )</sup>	
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
<sup>*)</sup> of afgeknot fietspad? <sup>**) )</sup> V <sub>o</sub> = 30 km/uur <sup>****) )</sup> V <sub>o</sub> = 50 km/uur				

Tabel 4.8. GOW50: verkeersmaatregelen ter voorkoming van conflictsituaties tussen fiets en motorvoertuig, tussen motorvoertuigen onderling en tussen voetganger en motorvoertuigen.

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Bromfietser versus motorvoertuig	Bromfietser versus voetganger	Fiets versus voetganger
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak	Bij inrit/zijstraat: - bromfietser op de rijbaan	-Oversteekvoorziening Bij fietspad: - bromfietser op de rijbaan	- Oversteekvoorziening
	Kruispunt	- Bromfietser op de rijbaan - Voorrangsregeling		
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak			
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak			
	Kruispunt			
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			

Tabel 4.9. GOW50: verkeersmaatregelen ter voorkoming van conflict-situaties tussen bromfiets en motorvoertuig, tussen bromfiets en voetganger en tussen fiets en voetganger.

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Fiets versus motorvoertuig	Motorvoertuig versus motorvoertuig	Motorvoertuig enkelvoudig
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak		- Rijrichting-scheiding	
	Kruispunt		- Rotonde - VRI	
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak		- Geen inritten	
	Kruispunt		- Rotonde - VRI	
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak	- Fietspad		
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak	Bij inrit: - verhoogd fietspad		
	Kruispunt	- Uitbuigend fietspad - verhoogd fietspad	Bij VRI: - drempel vóór kruispunt <sup>*)</sup>	
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			- Berijdbare obstakelvrije berm - Geleiderail
	Kruispunt			
<sup>*)</sup> of afgeknot fietspad? <sup>**) V<sub>o</sub> = 30 km/uur  <sup>****) V<sub>o</sub> = 50 km/uur </sup></sup>				

Tabel 4.10. GOW80: verkeersmaatregelen ter voorkoming van conflict-situaties tussen fiets en motorvoertuig, tussen motorvoertuigen onderling en motorvoertuigen enkelvoudig.

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Fiets versus motorvoertuig	Motorvoertuig versus motorvoertuig	Motorvoertuig enkelvoudig.
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak	- Fietsuggestie-strook		
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak		- Smalle rijloper	
	Kruispunt	- Plateau	- Plateau	
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			- Berijdbare obstakelvrije berm
	Kruispunt			

Tabel 4.11. *ETW60: verkeersmaatregelen ter voorkoming van conflict-situaties tussen fiets en motorvoertuig, tussen motorvoertuigen onderling en motorvoertuigen enkelvoudig.*

## 5. Veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen en verkeersmaatregelen

Al tientallen jaren vinden er overal ter wereld evaluaties plaats van veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen. Af en toe worden hiervan (deel)overzichten samengesteld. Ook dit rapport wil een overzicht geven. Eerder in dit rapport is aangekondigd dat de voorkeur uitgaat naar een structurering van deze evaluaties volgens een bepaald deel van de DV-eisen, namelijk de homogeniteits- en beheersbaarheidseisen; in *Paragraaf 5.2* gebeurt dat ook.

In *Paragraaf 5.1* wordt een eerste indruk van de beschikbare kennis over veiligheidseffecten gegeven. Deze effecten zijn uitgesplitst naar verkeersvoorzieningen op wegvakken, kruispunten. Voor zover mogelijk is vermeld binnen elke wegcategorie de wegvakken en kruispunten liggen. Bij wegvakken is aangeduid hoe een verkeersvoorziening ruimtelijk past in het dwars- en/of lengteprofiel. Dit overzicht, zonder pure DV-invalshoek, is van belang om na te gaan of er voorzieningen terecht (geen veiligheidseffect) of onterecht (wel groot veiligheidseffect) buiten de voorgestelde vormgeving van DV-wegcategorieën en DV-wegtypen zijn gehouden. Verder geeft dit overzicht een algemeen beeld van de bestaande kennis over veiligheidseffecten en de witte vlekken daarin.

Ten slotte geeft *Paragraaf 5.3* de veiligheidseffecten van enkele veel voorkomende verkeersvoorzieningen.

### 5.1. Veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen

In de laatste decennia van de twintigste eeuw is er veel onderzoek naar veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen verricht. Met name zijn veel resultaten geboekt in de VS onder auspiciën van de Transportation Research Board. Voor dit overzichtsrapport is getracht een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de wereldwijd vergaarde veiligheidseffecten. Hiertoe zijn in de eerste plaats de volgende periodieken en reeksen systematisch doorzocht op artikelen over veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen:

- Verkeerskunde (voorheen Verkeerstechniek);
- TEC (voorheen Traffic Engineering + Control en daarvoor Traffic Engineering & Control);
- Transportation Research Record;
- Straßenverkehrstechnik;
- Straße und Autobahn;
- Accident Analysis & Prevention;
- NCHRP-reeksen;
- BAST-reeksen;
- TRL-reeksen (voorheen TRRL-reeksen en daarvoor RRL-reeksen).

Verder zijn er vele rapporten uit de SWOV-bibliotheek gelicht, veelal gevonden met trefwoorden die een (type) voorziening omschrijven of die een relevant vakgebied aanduiden (met name highway design, geometric design en traffic engineering).



Vanwege de beperkte middelen in termen van tijd, geld en menskracht is het niet mogelijk alle bestaande verkeersvoorzieningen tegelijkertijd te onderzoeken. Er moeten dus prioriteiten worden gesteld. Vanuit veiligheids-overwegingen is de aandacht primair gericht op voorzieningen die bestemd zijn voor de meest onveilige wegen. Rekening houdend met zowel het absolute aantal ongevallen als het relatieve risico, zijn dit de voorzieningen voor verkeersaders binnen de bebouwde kom (snelheidslimiet 50/70 km/uur) en voor doorgaande wegen buiten de bebouwde kom (80 km/uur) en autowegen (100 km/uur) (Janssen, 1988). Daarnaast is om pragmatische redenen – er zullen in Nederland namelijk veel verkeersvoorzieningen aangebracht gaan worden - gekozen voor voorzieningen op plattelandswegen (60/80 km/uur). Dus de voorzieningen voor autosnelwegen (110 en 120 km/uur) en verblijfsgebieden in de bebouwde kom (stapvoets of 30 km/uur), zijn niet in dit rapport opgenomen (tenzij die voorzieningen ook op de wel geselecteerde wegtypen kunnen voorkomen).

De resultaten staan in tabelvorm: tijdschriftartikelen en rapporten zijn verdeeld over de verschillende verkeersvoorzieningen per wegtype; zie *Tabellen 5.1 t/m 5.4*. De voorzieningen zijn ingedeeld bij dwarsprofiel, kruispunt of alignement/route. Tevens is in die tabellen vermeld of een artikel ingaat op veiligheidseffecten (in termen van veranderingen in het aantal ongevallen, in het aantal conflicten of in snelheid), op methoden/waarnemingen of op rekenmodellen.

Verkeersvoorzieningen	Effecten	Methoden/ Waarnemingen	Modellen
Wegvak (dwarsprofiel)			
01 Rijbaan	CROW (1995)		
02 Rijstrook	Barrell et al. (1995); Linder (1989); Harwood (1986)		Akinyemi et al. (1990)
03 Fietspad	RWS (1979)	Allen et al. (1998)	
05 Busbaan			
06 Middenberm of rijrichtingscheiding	Harwood (1986)		
07 Tussen- /buitenberm	Garner & Deen (1973); McMahon et al. (1999); Ogden (1997)	Rudinger & Holte (1994)	
08 Markering	Brühning (1998); Assing (1998); Schönborn (1993)	Schönborn (1992, 1993); Zeplin (1996); Meseberg (1998) [S]	
09 Obstakelafstand	Meewes & Eckstein (2000); McGinnis (1999); Mak (1995); Schoon & Bos (1983)	Mak et al. (1998); Bateman et al. (1998); Khasnabis et al. (1999)	Miaou (1997); Graham & Harwood (1982)
10 Verharding			
11 Verlichting	Schreuder (1996)		
12 Afschermings- voorzieningen	Elvik (1995)		
Kruispunt			
21 Type	Richter (1993); Richter (1994); CROW (1997b)		Cooper (1977) [S,GA,C]; Ceder & Eldar (2002); CROW (1997b)
22 Regeling			Brilon & Wu (1990); Sayed et al. (1999)
23 Voorsorteervak	CROW (1997b)		CROW (1997b)
24 Zichtafstand		Ashworth & Bottom (1977) [GA]; Knapp (1999)	
[C] studie gebaseerd op conflicten [GA] studie gebaseerd op gap-acceptatie [S] studie gebaseerd op snelheid			

Tabel 5.1. *Kruispunten en wegvakken (dwarsprofiel) van doorgaande wegen buiten de bebouwde kom (80/100 km/uur): beschikbare literatuur over effecten van verkeersvoorzieningen, alsmede methoden en modellen voor onderzoek ernaar.*

De beschikbare literatuur laat niet toe dat alle cellen bij de kolommen 'Effecten', 'Methoden en Waarnemingen' en 'Modellen' (voldoende) gevuld raken. De aangeduide artikelen en rapporten in een cel van deze kolom geven lang niet altijd een antwoord op de volgende vragen:

- Heeft een bepaalde voorziening een (positief) veiligheidseffect?;
- Onder welke omstandigheden treedt een effect op?;
- Hoe groot is, onder die omstandigheden, dat effect?

Verkeersvoorzieningen	Effecten	Methoden/Waarnemingen	Modellen
31 Boog	Lamm et al. (1995); Al-Masaeid et al. (1999); Stewart & Chudworth (1990)	Lamm et al (1986); Chowdhury et al. (1998) [S];	Andjus (1998)
32 Boog/rechtstand	Liang et al. (1998) [S]; Lippold (1996); Lamm et al. (1999)	Kühn (1999a); Kühn (1999b); Kühn (2000); Guikink et al. (1999); Lippold (1999); Leisch & Leisch (1977); Lamm et al. (1999); Fitzpatrick et al. (2000)	Hassan et al. (1998); Krammes et al. (1995)
33 Helling		Kockelke (1996)	
34 Kruispunt (per km)	Brindle (1998); Li (1993)		Baruya et al. (1999) [S,O]
35 Erfaansluiting (per km)	Brindle (1998); Li (1993)		Miller et al. (2001); Mountain et al. (1995)
36 Zichtafstanden	Lamm et al. (1999)		
37 Pakketvoorzieningen	Schmidt (1996)		Miaou & Lum (1993); Harwood et al. (2000)
38 Regeling			
[O] studie gebaseerd op ongevallen [S] studie gebaseerd op snelheid			

Tabel 5.2. Routes (alignement) op doorgaande wegen buiten de bebouwde kom (80/100 km/uur): beschikbare literatuur over effecten van verkeersvoorzieningen, alsmede methoden en modellen voor onderzoek ernaar.

Verkeersvoorzieningen	Effecten	Methoden/Waarnemingen	Modellen
41 Rijbaan	Retzko & Korda (2000) [S]; CROW (1995); McLean (1997)	Farouki (1976) [S]; Maier & Meewes (1990) [S]; Meschik (1990) [S]; Hauger (1997a); Hauger (1997b)	
42 Rijstrook	Göttsche (1988) [S]		
43 Fietspad/-strook	Hunter et al. (1999) [C,O]; Hülsen (1994); Schwär (1988); Visser (1976); Haag-Bingemann & Hupfer (1996); Macbeth (1999); Robatsch & Stratil-Sauer (2002)		
44 Voetpad	McMahon et al. (1999)		
45 Busbaan		Schnüll et al. (1999)	
46 Rijrichting-scheiding/middenberm	Bonneson & McCoy (1998); Klein & Schweig (1991)		
47 Tussenberm			
48 Markering	Plant (1995)		
49 Verlichting	Schreuder (1996)		
50 Verharding			
51 Parkeerstrook	McCoy et al. (1990)	V&W (1987)	
[C] studie gebaseerd op conflicten [O] studie gebaseerd op ongevallen [S] studie gebaseerd op snelheid			

Tabel 5.3. *Wegvakken van verkeersaders in de bebouwde kom (50/70 km/uur): beschikbare literatuur over effecten van verkeersvoorzieningen, alsmede methoden en modellen voor onderzoek ernaar.*

Verkeersvoorzieningen	Effecten	Methoden/Waarnemingen	Modellen
Kruispunt			
61 Type	Voß (1994); Schoon & Van Minnen (1994); Persaud et al. (2001); Flannery (2001)	Hartz (1995); Hutchinson (1995)	Ceder & Eldar (2002)
62 Regeling	Fleck & Yee (2002)	Snelson (1977) [GA]; Krause (1994); Maia Seco (1991) [GA]; Hummel (1998)	Bonneson (1998) [S]; Layfield et al. (1996); Summersgill et al. (1996); Taylor et al. (1996)
63 Voorsorteer- vak	Wheeler (1995); Bürgler & Lindenmann (1994); Dissanayake et al. (2002); McCoy et al. (2001); Schnüll et al. (1992a)		
64 Zichtafstand		Allos et al. (1992) [S]; Henson (1992); Räsänen et al. (1998)	
Route			
71 Kruispunt (per km)	Li (1993); Brindle (1998)		
72 Erfaanluiting (per km)	Li (1993); Brindle (1998)		
73 Halte/ parkeer- vak (per km)			
74 Oversteek- voorziening	Mennicken (1999); Jones & Farmer (1993); Thompson et al. (1990); Gärder et al. (1998); Hülsen (1994); Lines (1995); Jones & Tomcheck (2000); Wall (2000); Jensen & Nielsen (1999); Morgan (1993); Zegeer et al. (2001)	Vieth (1989) [S]; Dernellis et al. (1994) [G]; Pasanen & Salmivaara (1993) [S, O]; Kwon et al. (1998); Leden (2002)	Cresswell et al. (1977); Knoflacher & Maier (1989)
75 Snelheids- remmer	Bos & Dijkstra (1998)	Meewes (1989) [S]; Lines (1993) [S]	
76 Zicht- afstanden	Homan & Papendrecht (1983); Räsänen et al. (1998)	Herberg (1978)	Hauger (1997a); Hauger (1997b)
77 Pakket- voorziening	Hiersche & Taubmann (1987)	Collis (1991); Salter et al. (1993) [SR]	Summersgill & Layfield (1996)
78 Regeling	Hochemann et al. (1990); Alrutz et al. (2002); CROW (1995)		
[G] studie gebaseerd op gedrag/gebruik [GA] studie gebaseerd op gap-acceptatie [S] studie gebaseerd op snelheid		[O] studie gebaseerd op ongevallen [SR] studie gebaseerd op subjectieve risicomaat	

Tabel 5.4. Routes op en kruispunten van verkeersaders in de bebouwde kom (50/70 km/uur): beschikbare literatuur over effecten van verkeersvoorzieningen, alsmede methoden en modellen voor onderzoek ernaar.

## 5.2. **Veiligheidseffecten van verkeersmaatregelen die passen bij een duurzaam-veilig wegverkeer**

In de vorige paragraaf kwamen in beginsel alle verkeersvoorzieningen aan bod. In deze paragraaf zoomen we in op de voorzieningen die passen bij een duurzaam-veilig verkeerssysteem; die voorzieningen noemen we hier verder maatregelen. Overigens hanteren we zoveel mogelijk de terminologie van de drie DV-wegcategorieën: stroomweg (SW), gebiedsontsluitingsweg (GOW) en erftoegangsweg (ETW). De literatuur gebruikt deze terminologie doorgaans niet; in die gevallen is steeds een 'vertaling' nodig.

De *Tabellen B1.1 tot en met B1.4 (Bijlage 1)* zijn ingedeeld volgens de voorgestelde indeling in de *Tabellen 4.8 t/m 4.11* en geven een overzicht van de mate waarin veiligheidseffecten van een DV-maatregel bekend zijn. De *Tabellen B2.1 tot en met B2.4 (Bijlage 2)* laten vervolgens zien of het veiligheidseffect van een DV-maatregel positief of negatief uitpakt.

Het is gebruikelijk om het effect van een maatregel vast te stellen door situaties met en zonder die voorziening te vergelijken (dezelfde locatie voor en na het aanbrengen ervan of verschillende locaties met en zonder die maatregel). Een aanvullende of wellicht belangrijkere vraag is of het effect van een voorziening afhangt van de frequentie en fysieke dimensies ervan (breed of smal, hoog of laag, lang of kort, frequent of sporadisch). In het *Handboek Wegontwerp* (herziene RONA) (CROW, 2002a en b) duidt men dit aan met de "bandbreedte" van een voorziening en in *Tekenen voor de Fiets* (CROW, 1993b) wordt dit omschreven met "ruime, krappe en kritische dwarsprofielen". Hamvraag is hierbij steeds of de onveiligheid het grootst is bij een bepaalde frequentie of omvang. Het kritische profiel definieert men als "die breedte waarbij een fiets nog juist gepasseerd kan worden door een auto". In een krap profiel is passeren onmogelijk en in een ruim profiel is er voldoende ruimte voor. In dit voorbeeld is de kwestie van enig effect zonder aparte fietsvoorziening (ten opzichte van wel zo'n voorziening) niet aan de orde. Het veiligheidseffect van een rijbaan zonder aparte fietsvoorziening is gelegen in de mogelijkheid die een automobilist heeft om een fietser te passeren. Fysiek kan er voldoende ruimte zijn, maar bij een passage is een conflict niet uitgesloten (bijvoorbeeld als de fietser enigszins naar links uitwijkt). In de oorspronkelijk gedefinieerde duurzaam-veilige wegtypen gold deze bandbreedte niet als relevant item. De nadruk lag aanvankelijk namelijk op het al dan niet toestaan van bepaalde conflicttypen. Men kan de veiligheid echter niet volledig afdwingen door het toestaan of verhinderen van sommige conflicttypen. Er bestaan namelijk meer vrijheidsgraden voor de weggebruiker; de beschikbare ruimte is er één van. Bandbreedten zijn dus ook in DV relevant: op mengprofielen van erftoegangswegen (ETW30 en ETW60) verdient het effect van de rijbaanbreedte zeker aandacht. Rijstrookbreedte op gebiedsontsluitingswegen is een ander aandachtspunt. En ook de bermbreedte en de omvang van de obstakelvrije zone behoeven nog nader onderzoek, want een mogelijke verhoging van de rijnsnelheid lijkt het ongewenste gevolg van de verbeterde 'allure' van de weg.

## 5.3. **Enkele verkeersvoorzieningen nader beschouwd**

In de voorgaande paragraaf is geconstateerd dat van veel maatregelen de veiligheidseffect(en) onvoldoende bekend zijn. Van de wel bekende

maatregelen worden er hierna enkele besproken. Het zijn maatregelen die een belangrijke rol (moeten gaan) spelen in een duurzaam-veilig wegverkeer:

- voorrangsregeling/uitritconstructies;
- zijbermen/Forgiving Roadside;
- oversteekvoorzieningen;
- rijrichtingscheiding;
- snelheidsremmers;
- erfaansluitingen;
- kruispunttype;
- extra rijstrook;
- fietspaden;
- parkeren;
- rijlopers.

### 5.3.1. *Vorrangsregeling/uitritconstructies*

Wat is veiliger: een voorrangskruising, een niet-geregeld kruispunt of een uitritconstructie? Deze vraag is onderzocht door Van Minnen & Catshoek (1997) in een ongevallenstudie. Die studie betreft kruispunten in de bebouwde kom die zijn veranderd in regelingstype of uitvoeringsvorm en maakt gebruik van de aantallen ongevallen en slachtoffers in enkele jaren voor en na de veranderingen. De resultaten zijn niet eenduidig: kruispunten zonder regeling blijken bij verandering in een uitritconstructie of een voorrangskruising in beide gevallen een ongevallen- en slachtofferreductie te vertonen. Daarentegen is een stijging van het aantal slachtoffers per jaar vastgesteld na verandering van voorrangskruisingen in uitritconstructies. Gelet op de betrekkelijk geringe aantallen kruispunten en aantallen ongevallen per kruispunt gaan Van Minnen & Catshoek (1997) niet zover dat ze voorrangskruisingen in alle gevallen veiliger achten dan uitritconstructies. Wel is duidelijk dat een kruispunt zonder regeling minder veilig is dan een voorrangskruising of een uitritconstructie.

Hummel (1998) is dieper ingegaan op de vermeende slechte score van uitritconstructies vergeleken met voorrangskruisingen. Hij neemt de verzamelde uitritconstructies van Van Minnen & Catshoek (1997) als uitgangspunt.

Een kwalitatieve analyse van de uitvoeringsvorm van deze uitritconstructies laat grote onderlinge verschillen zien. Veel uitritconstructies wijken af van de aanbevolen vorm (CROW, 1993a). De constructies die te veel afwijken zijn buiten de verdere analyse gehouden. Vervolgens zijn de ongevallen- en slachtofferfrequenties op de resterende constructies vergeleken met die op de voorrangskruisingen: beide kruispunttypen blijken even veilig. Hummel (1998) beveelt vervolgens de aanleg van uitritconstructies aan omdat die goedkoper zijn dan voorrangskruisingen.

De kwestie rond voorrangskruisingen en uitritconstructies speelt in een duurzaam-veilig wegverkeer vooral binnen de bebouwde kom. Buiten de kom waren op verkeersaders altijd al veel voorrangswegen en –kruisingen; een verdere uitbreiding ervan is in Duurzaam Veilig niet voorzien. Overigens vermeldt Kulmala (1995) resultaten uit een voor-/nastudie van kruispunten buiten de bebouwde kom: het vervangen van bord B6 (verleen voorrang aan bestuurders op de kruisende wegen) door een stopbord (B7) leidt tot 9%

minder letselongevallen op drietakskruispunten en tot 12% minder letselongevallen op viertakskruispunten.

### 5.3.2. *Zijbermen/Forgiving Roadside*

De obstakelvrije ruimte of zone is het deel van het dwarsprofiel waarbinnen zich geen obstakels bevinden. De obstakelvrije afstand is de afstand tussen de binnenkant van de kantstreep en het dichtstbijgelegen obstakel. Als er geen kantstreep aanwezig is, dan geldt de 'kant verharding' (= rand). Tot de obstakels rekent men de voorwerpen of elementen (zoals kanalen of greppels) die bij een aanrijding gevaar voor inzittenden van voertuigen opleveren (RONA, 1986a). Dus afbreekbare lichtmasten, berm paaltjes, dunne bomen en struiken behoren niet tot de obstakels.

In Nederland variëren de obstakelvrije afstanden naar DV-wegcategorie (CROW, 2002a en 2002b). De minimale obstakelvrije afstanden ligt tussen 1,50 m (erftoegangsweg) en 4,50 m (gebiedsontsluitingsweg). Deze afstanden vinden hun oorsprong in SWOV-onderzoek (Schoon & Bos, 1983). Daarbij is het aandeel boomongevallen binnen de enkelvoudige ongevallen als criterium gehanteerd voor de obstakelvrije afstand. Dit houdt in dat men accepteert dat 10% van de boomongevallen blijft voorkomen. In een duurzaam-veilig verkeer zouden ongevallen tegen obstakels eigenlijk moeten worden uitgesloten. In dat geval moet men óf de obstakelvrije afstand vergroten óf beveiligingsvoorzieningen treffen (geleiderails of WICON) die een dergelijke botsing onmogelijk maken.

Tegen het vergroten van de obstakelvrije afstand pleiten landschappelijke waarde (karakteristieke bomenrijen die gaan verdwijnen of een stuk moeten opschuiven) en 'wegbeeld' (de breedte van de weg neemt toe waardoor de rijsnelheid kan toenemen). Tegen beveiligingsvoorzieningen pleiten de kosten en de kosteneffectiviteit (veel investeren voor betrekkelijk weinig opbrengsten) en de landschappelijke waarde (lelijke constructies).

De kennis over enkelvoudige ongevallen (berm, vast object, van de rijbaan afraken) en obstakelvrije ruimten is nogal gedateerd. Ook recente publicaties grijpen terug op oude onderzoeksresultaten. Gelet op het grote aandeel enkelvoudige ongevallen op rurale enkelbaanswegen zou dit onderwerp meer aandacht verdienen.

### 5.3.3. *Oversteekvoorzieningen*

#### *Voetgangers*

In de jaren tachtig van de twintigste eeuw is er uitvoerig geëxperimenteerd met voetgangersoversteekvoorzieningen op wegvakken en kruispunten van verkeersaders. Tot een ongevallenevaluatie was het nog nooit gekomen. De SWOV heeft echter enkele van die voorzieningen alsnog kunnen evalueren (Bos & Dijkstra, 1998). Het aantal letselongevallen is door de maatregelen (optelsom van alle typen oversteekvoorzieningen) gedaald met 6% (gecorrigeerd voor de daling in de controlegebieden). Het aantal ongevallen met voetgangers is echter gestegen met 23% (eveneens gecorrigeerd). Het aantal gewonde en gedode voetgangers is zelfs met 34% gestegen. Kijken we naar de typen oversteekvoorziening afzonderlijk, dan vinden we de slechte scores vooral bij de oversteekvoorzieningen op wegvakken (CROW,



1996; voorzieningstypen 12.4/21, 12.4/22, 12.4/51, 12.4/56). Ook scoren drie wegvakvoorzieningen slecht. Die zijn inmiddels (terecht) niet meer in de ASVV 1996 (CROW, 1996) opgenomen.

#### *Fietsers*

Er is nauwelijks studie gemaakt van fietsoversteekvoorzieningen op wegvakken. Fietsvoorzieningen op kruispunten zijn daarentegen wel bestudeerd, maar meestal in de vorm van vergelijkende studies en zelden in de vorm van een voor-/nastudie.

#### *Voor-/nastudies*

Een Zweedse studie (Gårder et al., 1998) beschrijft de effecten van verhoogde fietsoversteekplaatsen op zes kruispunten in de bebouwde kom. De fietsongevallenreductie bedraagt 33% (gecorrigeerd door andere invloeden, waaronder een toename van het aantal passerende fietsers). Nielsen et al. (1996) geven de resultaten van de aanleg van fietsstroken in bebouwde kommen van Denemarken. Deze stroken kruisen 217 zijstraten; verkeer uit de zijstraat moet voorrang verlenen aan verkeer, inclusief fietsers, op de hoofdweg. Op grond van de ontwikkelingen op 227 controlelocaties (vergelijkbare kruispunten) was verwacht dat het aantal letselongevallen met fietsers zou stijgen van 7 naar 10, maar het aantal steeg naar 26. Ook het totale aantal letselongevallen steeg flink, van 24 naar 55 (en niet zoals verwacht naar 25). Overigens is het effect van deze stroken op wegvakken geheel anders: daar neemt het aantal letselongevallen waarbij fietsers betrokken zijn, met ongeveer 35% af (Herrstedt et al., 1994).

#### *Vergelijkende studies*

Schnüll et al. (1992b) hebben verschillende soorten fietsoversteekvoorzieningen onderling vergeleken. Het onderzoeksmateriaal bestond uit 575 kruispunttakken zonder verkeerslichten waarop 375 ongevallen met rechtdoorgaande fietsers waren geregistreerd. Een kruisend fietspad met alleen markering, vertoont ongeacht het aantal passerende fietsers, de hoogste ongevallenfrequentie (aantal ongevallen per kruispunttak per jaar). De ongevallenfrequentie is hoger naarmate dit fietspad verder van de rijbaan af ligt. Een verhoogd fietspad ter plaatse van het kruispunt heeft een beduidend lagere ongevallenfrequentie. De ongevallenfrequenties bij voorzieningen op een strook of op de rijbaan zijn het laagst, ongeacht het aantal passerende fietsers. In een Nederlandse vergelijkende studie (Welleman & Dijkstra, 1988) zijn de ongevallenquotiënten (aantal ongevallen per passerende fietser) bestudeerd op kruispunttakken waar de fietser op een strook, een pad of op de rijbaan de zijstraat overstak. Fietsstroken vertonen in deze studie het hoogste ongevallenquotiënt, fietspaden en fietsen op de rijbaan verschillen niet in quotiënt. Voor bromfietsongevallen is de uitkomst anders: daarvoor geldt een hoogste ongevallenquotiënt bij paden en gelden gelijke quotiënten voor stroken en bromfietsen op de rijbaan.

In Duurzaam Veilig zou er een fietspad langs gebiedontsluitingswegen moeten liggen en dienen bromfietsers op de rijbaan te rijden. Volgens voorgaande onderzoeksresultaten is het voor fietsers op zijstraten beter als het fietspad daar verhoogd ligt.

#### 5.3.4. Rijrichtingscheiding

Rijrichtingscheiding is een DV-maatregel waarvan het positieve veiligheids-effect evident lijkt (want frontale botsingen door inhalen zijn onmogelijk bij een harde scheiding of minder frequent bij een moeilijk overrijdbare scheiding). De schattingen omtrent de ongevallenreductie lopen echter sterk uiteen. Het '*Paarse Boek*' (Koorstra et al., 1992) noemt 12% reductie, gebaseerd op de formeel geregistreerde frontale ongevallen. Deze maatregel zou echter ook effect kunnen hebben op de rijnsnelheid, en daardoor ook andere ongevallen doen vermijden. In een studie van Van de Pol & Janssen (1998) naar onder andere rijnsnelheden op een nieuw aangelegde weg (dus geen voormetingen) met een overrijdbare rijrichtingscheiding, bleken de rijnsnelheden evenwel ver boven de snelheidslimiet van 80 km/uur te liggen.

Ook zijn er aanwijzingen dat er in de registratie van frontale ongevallen een aantal ongevallen is opgenomen waarbij weliswaar twee voertuigen frontaal botsen, maar waarvan een voertuig aanvankelijk in dezelfde rijrichting reed als het andere, door een of andere oorzaak is gedraaid (van de weg afraken, gladheid) en vervolgens 'frontaal' is gebotst. In dat geval zou de eerder genoemde 12% ongevallenreductie een te hoge schatting zijn.

Overkamp & Schermers (2002) wijzen op het hoge aandeel van frontale botsingen (40 tot 60%) in de ongevallen met dodelijke afloop op enkelbaans doorgaande wegen (met 80 km/uur en 100 km/uur).

Van Beek (2002) heeft wegvakken onderzocht waar een rijrichtingscheiding is aangebracht. Het betreft drie scheidingstypen: dubbele doorgetrokken asmarkering, dubbele doorgetrokken asmarkering met reflectoren of 'balkjes' tussen beide lijnen en dubbele onderbroken asmarkering. Het totale effect op het aantal ongevallen per jaar bedraagt een reductie van 11%. Het effect voor wegen met een dubbele doorgetrokken asmarkering en reflectoren is een reductie van 20%. Het effect voor alleen een dubbele doorgetrokken asmarkering is een *stijging* van 20%. De dubbele onderbroken asmarkering geeft een reductie te zien van 14%. Op sommige van de aangepaste wegen zijn snelheden gemeten: de snelheid (gemiddelde en V85) neemt overal iets af of blijft gelijk.

Het grootste effect (reductie van 26%) vindt Van Beek (2002) bij een weg (N342, Oldenzaal – Denekamp) waar een dubbele doorgetrokken asmarkering met reflectoren is aangebracht. Op deze weg is de gemiddelde snelheid met 3 km/uur gedaald en daalde het 85-percentiel met 4 km/uur (van 93 naar 89 km/uur). Het aandeel inhalers daalt van 7% naar 2%.

Helaas is er ook een wegvak met een forse stijging van het aantal ongevallen (48% meer per jaar). Dit wegvak heeft alleen een dubbele doorgetrokken asmarkering. Van deze weg zijn geen snelheidsgegevens bekend. Het aantal inhalers in de nasituatie bedraagt 0,4% (voorsituatie onbekend).

#### 5.3.5. Snelheidsremmers

##### *Op wegvakken*

De beschikbare evaluatiestudies betreffen uitsluitend snelheidsremmers in verblijfsgebieden. Het is algemeen bekend dat die voorzieningen effectief zijn. Vis & Kaal (1993) hebben voor een groot aantal 30 km/uur-zones, met een grote variëteit in toegepaste snelheidsremmers, vastgesteld dat de gemiddelde letselongevallenreductie 15% bedraagt.

Bos & Dijkstra (1998) stellen vast dat het gemiddelde effect in 30 km/uur-zones (gecorrigeerd voor omliggende controlegebieden) neerkomt op 26% letselongevallenreductie, 27% reductie van voetgangersongevallen en 21% reductie van gewonde/gedode voetgangers. Alle combinaties van snelheidsremmers in de onderzochte zones laten een ongevallenreductie zien.

#### *Op/nabij kruispunt*

Door Bos & Dijkstra (1998) zijn ook oversteekvoorzieningen nabij kruispunten onderzocht. Het betreft de ASVV-nummers 12.5/21 (verkleining kruisingsvlak), 12.5/32 (middengeleider) en een rotondetype (binnenstraat groter of gelijk aan 6 meter) dat niet meer in de huidige ASVV voorkomt (in de ASVV van 1988 was het nummer 12.3/56). Deze drie voorzieningen laten dalingen zien in het aantal letselongevallen. Het aantal voetgangersongevallen en -slachtoffers daalt alleen bij de rotonde.

### 5.3.6. *Erfaansluitingen*

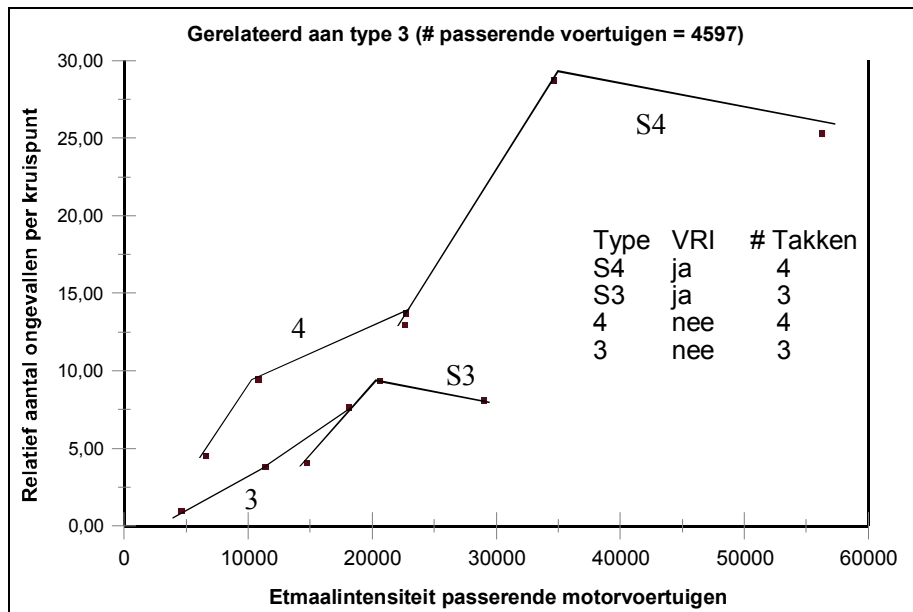
Op de verkeersaders zouden in beginsel geen erfaansluitingen mogen voorkomen. Daarmee vermijden we de dwarsconflicten. Eventueel wel toegestaan zijn aansluitingen die alleen tot conflicten met con-/divergeren leiden (wel rechts afslaan vanaf de verkeersader naar de dwarsstraat toe en 'omgekeerd' alleen rechtsaf vanuit de dwarsstraat de verkeersader op). Het effect van erfaansluitingen op het aantal ongevallen is in enkele buitenlandse studies te vinden. Een veel geciteerde studie is van Fee et al. (1970) die een duidelijke kwantitatieve relatie aantoonde tussen het aantal erfaansluitingen voor bedrijven (per mijl) op Amerikaanse urbane hoofdwegen en het aantal ongevallen per motorvoertuigmijl. Een minder sterk verband vindt Harwood (1986) in een onderzoek naar de veiligheid van verschillende dwarsprofielen op Amerikaanse 'sub-urban arterials': pas vanaf 40 (particuliere) inritten per kilometer neemt het aantal ongevallen aantoonbaar toe. In een Canadese studie door Li (1993) zijn eveneens voor suburbane hoofdwegen kwantitatieve relaties aangetoond tussen erfaansluitingen voor woningen en voor bedrijven.

In Nederland is door Goudappel Coffeng (2001) een vergelijkend onderzoek gedaan naar de invloed van verschillende wegkenmerken op het aantal ongevallen. Het onderzoek betrof doorgaande 80 km/uur-wegen (weglengte in totaal 300 km, 646 letselongevallen). Van alle onderzochte kenmerken, waaronder erfaansluitingen, blijken alleen de etmaalintensiteit en de aanwezigheid van parallelvoorzieningen een aantoonbare verlagende invloed op het aantal ongevallen per kilometer te hebben. De onderzochte wegen hebben gemiddeld 10,7 erfaansluitingen per kilometer (variërend van 1,5 tot 32,8 per kilometer). Dat Goudappel Coffeng (2001) in Nederland geen invloed van erfaansluitingen vindt, hoeft niet strijdig te zijn met de buitenlandse resultaten omdat de aansluitingsdichtheid in Nederland onder de dichtheden ligt die in de Noord-Amerikaanse studies worden genoemd.

### 5.3.7. *Kruispunttype*

Van rotondes weten we dat ze superieur zijn wat betreft het lage ongevallenniveau ten opzichte van gewone kruispunten (Van Minnen, 1995). Voor die gevallen waarin een rotonde niet toepasbaar is, blijft het relevant te weten hoe het veiligheidsniveau is van de diverse kruispunttypen.

In *Afbeelding 5.1* is het relatieve ongevallenniveau gegeven voor vier verschillende kruispunttypen en drie intensiteitsniveaus per type (CROW, 1995).



*Afbeelding 5.1. Relatief ongevallenniveau voor enkele kruispunttypen in de bebouwde kom.*

Verschillende auteurs (Kuciamba & Cirillo, 1992; Barton, 1989; Layfield et al., 1996) vermelden dat ongevalsquotiënten op viertakskruispunten anderhalf tot tweemaal hoger zijn dan op vergelijkbare bajonetaansluitingen (etmaalintensiteit en verkeersstromen per richting). Kulmala (1995) komt tot een lagere schatting: hij geeft de afhankelijkheid weer van het verkeersaandeel dat van de zijweg komt. Hij schat dat een bajonetaansluiting maximaal 23% minder ongevallen vertoont dan een viertakskruispunt.

### 5.3.8. Extra rijstrook

Een rijrichtingscheiding maakt inhalen (bijna) onmogelijk en verhindert links afslaan naar erfaansluitingen. In Noord-Amerika faciliteert men links afslaan door zogeheten Two-Way Left Turn Lanes (TWLTL), een strook tussen de twee rijstroken in die in twee richtingen bereden mag worden om links af te slaan. In veel Europese landen faciliteert men inhaalbewegingen door een extra derde rijstrook afwisselend toe te kennen aan een van beide rijrichtingen.

De TWLTL is vaak onderzocht en verschillende auteurs (o.a. Harwood, 1990; Bonneson & McCoy, 1998) vinden lagere ongevallencijfers op dergelijke wegen dan op overige gewone enkelbaanswegen. Bonneson & McCoy (1998) laten met resultaten van verschillende voor-/nastudies zien dat een TWLTL leidt tot ongevallenreductie.

Palm & Schmidt (1999) hebben gewone enkelbaanswegen vergeleken met wegen waaraan een extra rijstrook is toegevoegd die afwisselend door een van beide rijrichtingen gebruikt kan worden om in te halen. Het aantal

letselongevallen per miljoen motorvoertuigkilometers is op de wegen met een extra strook 25% lager dan op de gewone enkelbaanswegen. Op de wegen met een extra strook vinden naar verhouding minder ongevallen plaats met afslaande voertuigen en minder ongevallen bij het inhalen.

### 5.3.9. *Fietspaden*

Dit onderwerp is al vaak onderzocht maar heeft nog nooit tot een sluitend antwoord geleid op de vraag welk type fietsvoorziening het veiligst is: fietspaden of -stroken.

Overigens is na het invoeren van de maatregel Bromfiets op de Rijbaan (BOR) de situatie zo sterk veranderd dat niet bij voorbaat duidelijk is of onderzoeksresultaten uit de tijd vóór BOR nog geldig zijn.

In SWOV-onderzoek uit de jaren tachtig (Welleman & Dijkstra, 1988) vonden we wat betreft weggedeelten dat fietspaden veiliger waren dan fietsstroken, en fietsstroken onveiliger waren dan helemaal geen fietsvoorziening.

Overigens was de groep fietsstroken nogal divers: smalle en brede fietsstroken, met en zonder langsparkerplaatsen, waren samengevoegd. En op kruispunten (tussen verkeersaders onderling) gold voor fietsers (die de onderzochte verkeersaders verlieten of inreden) dat paden onveiliger waren dan stroken of geen voorzieningen. Dit leidde tot de aanbeveling om fietspaden op enige afstand voor het kruispunt af te knotten.

Voor bromfietsers lagen de uitkomsten overigens geheel anders: er waren voldoende redenen om destijds de maatregel BOR aan te bevelen.

Een eerder overzicht (Dijkstra, 1997) heeft deze inzichten over de stand van zaken in het fietsonderzoek nog niet doen veranderen.

### 5.3.10. *Parkeren*

In 2001 werden geregistreerd op wegvakken met een snelheidslimiet van 50 km/uur: 153 letselongevallen (met tenminste één ziekenhuisgewonde) tussen een fietser en een geparkeerd voertuig en 72 letselongevallen tussen een bromfietser en een geparkeerd voertuig. Deze aantallen omvatten respectievelijk 1,3% en 0,6% van alle 12.142 letselongevallen met ten minste een ziekenhuisgewonde. Dit aandeel van de parkeerongevallen in het totale aantal letselongevallen is hoog genoeg om parkeren als veiligheidsprobleem te onderkennen.

In een Amerikaanse studie (McCoy et al., 1990) bleek 21 – 46% van de wegvakongevallen (met langsparkeren) uit parkeerongevallen te bestaan. In een Australische studie (Daff & Whit, 1990) vond men 46% als aandeel van parkeerongevallen.

In Duurzaam Veilig is parkeren langs en op de rijbanen van 50 km/uur-wegen niet meer toegestaan, vooral vanwege de verstoring van de homogeniteit op een wegvak. De ongevallencijfers ondersteunen deze DV-eis.

### 5.3.11. *Rijlopers*

Bij de uitwerking van een duurzaam-veilig wegverkeer is uniformiteit van verkeersvoorzieningen een belangrijk aandachtspunt. Het is een manier om de herkenbaarheid en voorspelbaarheid van (kritische) verkeerssituaties te bewerkstelligen. Ook in de herziene richtlijnen voor het ontwerp van niet-autosnelwegen (RONA) is dit aandachtspunt gehanteerd.

De uniformiteit van erftoegangswegen buiten de bebouwde kom zou kunnen worden vergroot door het aanbrengen van een rijloper voor het autoverkeer

in het midden van de rijbaan. De markering van de rijloper bestaat uit onderbroken strepen. De resterende ruimte, bestaande uit twee (kant)stroken (soms in rood asfalt uitgevoerd), is dan voor fietsers bestemd. Zowel het Infopunt Duurzaam Veilig Verkeer als de Unie van Waterschappen bevelen deze rijbaanindeling in hun publicaties aan.

Van der Kooi & Heidstra (1999) rapporteerden over een vergelijking tussen erftoegangswegen met en zonder een dergelijke rijloper. De conclusie was dat wegen met een rijloper een iets lagere gemiddelde rijnsnelheid vertonen dan wegen zonder stroken. En dat de ruimte tussen fietsers en passerende auto's iets kleiner is op wegen met stroken dan op strookloze wegen. Vervolgens is onderzoek gedaan door Van der Kooi & Dijkstra (2003) naar verkeerssituaties op wegen waar aanvankelijk geen en later wel een rijloper was aangebracht (voor- en nastudies).

Een voorlopige conclusie is dat de gemiddelde rijnsnelheid soms iets afneemt (enkele kilometers per uur). Ook blijkt dat fietsers 'hun' strook gebruiken, en meestal verder van de wegrand gaan rijden dan voordat er een strook was. Vrij rijdende automobilisten volgen lang niet altijd de rijloper en rijden dus niet verder van de wegrand af dan vóór het aanbrengen van een rijloper (zoals was beoogd).

Automobilisten die fietsers inhalen wijken in de nasituatie iets minder uit naar links dan in de voorsituatie. Dit betekent dat de onderlinge gekozen ruimte geringer is dan op grond van de beschikbare ruimte in het dwarsprofiel mogelijk zou zijn.

Voor een ongevalanalyse is het nog te vroeg; in de voorgenomen evaluatie van 60 km/uur-zones door de Unie van Waterschappen is de lengte van deze wegen voldoende om een dergelijke analyse uit te voeren. De vraag is of de rijbaan met rijloper op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom in de herziene RONA moet komen als de manier om dit wegtype te markeren. De voorgaande onderzoeksresultaten laten zien dat verkeersveiligheid (nog) niet het hoofdmotief kan zijn. Los daarvan is uniformering van het wegbeeld binnen een wegtype een belangrijk motief om de wegategorisering te benadrukken. Op wegen van deze categorie gebruiken auto's en fietsen dezelfde rijbaan met grote verschillen in rijnsnelheid bij passeren en tegemoetkomen. De herkenbaarheid van deze situatie neemt toe door een markering die de plaats van de auto (rijloper) en de fiets (strook) nadrukkelijk aanduidt. Daarom beveelt de SWOV deze vorm van markering aan voor alle erftoegangswegen buiten de bebouwde kom. Het ongevalonderzoek kan later nog nieuwe gezichtspunten opleveren.

#### 5.4. Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk is van elf verkeersvoorzieningen nagegaan of het effect ervan rechtvaardigt dat ze in een duurzaam-veilig wegverkeer op grote schaal toepassing verdienen.

Erfaansluitingen (van individuele woningen of bedrijven) op een gebiedsontsluitingsweg zijn volgens DV in beginsel ongewenst. Maar in de (Nederlandse) praktijk blijkt er op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom (limiet 80 km/uur) geen aantoonbaar veiligheidseffect bij een aansluitingsdichtheid tussen de 1,5 en 32,8 erfaansluitingen per kilometer. Dus een beperkte toepassing van erfaansluitingen is uit veiligheidsoogpunt toelaatbaar.

Uit oogpunt van veiligheid is de toepassing van een uitritconstructie of een voorrangskruising gelijkwaardig (bij aansluiting van een erftoegangsweg op

een gebiedsontsluitingsweg). Wel is er een kostenverschil ten gunste van een voorrangskruising. Bajonetaansluitingen zijn veiliger dan twee aansluitingen recht tegenover elkaar (viertakskruispunt).

Bij twee elkaar kruisende gebiedsontsluitingswegen geeft de toepassing van een rotonde het gunstigste veiligheidsniveau.

Verschillende soorten snelheidsremmers in verblijfsgebieden laten ongevallen- en slachtofferreducties zien. Maar snelheidsremmers op gebiedsontsluitingswegen zijn nauwelijks onderzocht (want ook nog weinig toegepast).

Oversteekvoorzieningen op wegvakken (van gebiedsontsluitingswegen in de bebouwde kom) leiden in het algemeen niet tot een positief veiligheidseffect voor voetgangers. Het is daarom terecht dat DV het oversteken op wegvakken wil tegengaan, tenzij een oversteekvoorziening zo is vormgegeven dat naderende voertuigen daadwerkelijk langzaam gaan rijden (door een snelheidsremmer).

Fietsstroken en -paden langs wegvakken van gebiedsontsluitingswegen in de bebouwde kom scheiden fietsverkeer van gemotoriseerd verkeer. Maar fietspaden zijn veiliger dan fietsstroken terwijl fietsstroken zelfs onveiliger zijn voor fietsers dan helemaal geen fietsvoorziening. Een fietspad dat een aansluitende erftoegangsweg kruist, zou verhoogd moeten liggen. Bij twee elkaar kruisende gebiedsontsluitingswegen is het voor fietsers veiliger op een strook dan op een pad. Dit betekent dat een fietspad langs een wegvak op enige afstand voor het kruispunt afgeknot zou moeten worden.

Op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom, breder dan 5 meter, is het voor de rijnsnelheid van het autoverkeer en voor een duidelijke scheiding van fietsers en motorvoertuigen gewenst dat er een dwarsprofiel is met twee suggestiestroken en een (enkelstrooks) rijloper. Deze aanbeveling is gestoeld op gedragswaarnemingen en niet op ongevallenonderzoek.

Parkeren langs gebiedsontsluitingswegen in de bebouwde kom past niet in DV vanwege de verstoring van de homogeniteit. De omvang van het conflict tussen geparkeerde voertuigen en fietsers of bromfietsers is niet groot maar bedraagt toch ongeveer twee procent van de letselongevallen in de bebouwde kom. Naar verwachting zal deze DV-eis een gering positief effect hebben op het aantal letselongevallen.

Op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom is rijrichtingscheiding gewenst. Het grootste effect ervan zal optreden bij ongevallen met dodelijke afloop (40 tot 60% reductie); het effect bij overige letselongevallen is kleiner (10 tot 20%). Vooralsnog is de precieze vormgeving van de scheidingsvoorziening nog niet op ongevallengegevens te baseren; het onderzoek ernaar loopt nog.

Faciliteren van inhaalbewegingen op gebiedsontsluitingswegen kan door een extra rijstrook afwisselend toe te kennen aan een van beide rijrichtingen. Deze voorziening leidt tot 25% minder letselongevallen per miljoen motorvoertuigkilometers.

De noodzaak van obstakelvrije afstanden is onbetwist. De kennis hierover is weliswaar twintig jaar oud, maar er zijn geen redenen om aan te nemen dat nieuw onderzoek tot geheel andere gewenste afstanden zou leiden. Nader onderzoek is nodig naar het effect van een bredere obstakelvrije afstand op de rijnsnelheden: nemen die wellicht toe en in welke mate?

## 6. Slotbeschouwing

Op welke manier kunnen we de kennis over de veiligheidsaspecten van het verkeerskundig ontwerp beter onderbouwen? Dat is de vraag die hier centraal staat. En welke onderwerpen hebben prioriteit?

### 6.1. Conclusies en aanbevelingen

In de voorgaande hoofdstukken is duidelijk geworden dat er nog weinig onderbouwing is te vinden voor typische DV-maatregelen. Wereldwijd gezien kunnen we de meeste onderbouwing vinden voor het verkeersveilig ontwerpen van doorgaande enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom ('Two-Lane Rural Highways' in met name de VS en Canada). De evaluatie (meta-analyse) van enkele tientallen verkeersvoorzieningen en -maatregelen op verschillende wegtypen binnen en buiten de bebouwde kom, door Elvik et al. (1997), geeft meer zicht op mogelijke positieve veiligheidseffecten, maar weinig zicht op het waarom ervan of op de effecten bij inpassing in een willekeurig verkeerskundig ontwerp.

De prioriteit voor nieuwe evaluatiestudies in Nederland zou bij typische DV-maatregelen moeten liggen. Daarbij moet wel duidelijk zijn of een geïsoleerde evaluatie van een dergelijke maatregel zinvol is of dat een evaluatie van een aantal samenhangende (DV-)maatregelen nodig is. In dit verband is de Amerikaanse aanpak (Harwood et al., 2000) van belang: uitgaan van een standaardontwerp voor een bepaald wegtype en maatgevende verkeersintensiteit (die daarmee het stempel krijgt van de veilige vormgeving voor die verkeersfunctie) en voor elke wijziging op dat standaardontwerp per geval nagaan welke veiligheidsgevolgen dat heeft (met 'Accident Modification Factors'). Bij die aanpak is het absolute veiligheidsniveau van het standaardontwerp niet de belangrijkste vraag. Wel krijgen de afwijkingen van het standaardniveau veel aandacht. Ook hiervoor geldt uiteraard dat er evaluatiestudies nodig zijn.

Een belangrijke toevoeging aan deze aanpak kunnen algemene veiligheids-criteria zijn zoals met name Lamm et al. (1999) die propageren. Naast de DV-eisen zou er dan een beperkte set criteria gelden die relevant zijn voor de veiligheidsaspecten van het verkeerskundig ontwerp als geheel.

Dergelijke aanvullende criteria betreffen in het bijzonder de consistentie, continuïteit, uniformiteit en herkenbaarheid, al genoemd door Janssen (1974), van het verkeerskundig ontwerp, voor zover die criteria niet in de DV-eisen zijn verwerkt.

Ten slotte zou er een algemeen toepasbare set ontwerpprocedures tot stand moeten komen die garandeert dat bij elke keuze de gevolgen voor verkeersveiligheid nadrukkelijk onderdeel van de afweging kunnen zijn. Dat kan alleen als daarvoor adequate instrumenten (rekenmodellen, checklists, effectschattingen, 'best practice') beschikbaar zullen komen. Een goed voorbeeld van zo'n set ontwerpprocedures geeft de ERSF (1996) voor Europese 'Interurban Roads'.



## 6.2. Globale aanpak/opzet van onderzoek naar veiligheidseffecten van verkeersvoorzieningen en –maatregelen

Op verschillende manieren is het mogelijk om de kennis te vergroten en de opgedane kennis over te dragen aan de praktijk. In de eerste plaats zullen voor-/nastudies per onderwerp kunnen plaatsvinden (1). Gelijkzeitig kan de ontwikkeling van instrumentarium voortgaan om het verkeerskundig ontwerp als geheel te evalueren (2). Op grotere schaal (ten minste regio's en/of stedelijke gebieden) zou de registratie en/of verzameling van gegevens over infrastructurale aanpassingen kunnen starten (3). Ongevallenevaluaties zouden met dergelijke gegevens (grotere omvang, hoge mate van representativiteit, verschillende soorten voorzieningen) tot een reguliere activiteit van overheden en adviesbureaus kunnen gaan behoren. Ten slotte zal er een handboek voor 'verkeersveilig ontwerpen' tot stand kunnen komen waarin alle opgedane kennis is gestructureerd volgens de behoeften van de verkeerskundig ontwerper (4).

### 1. Per onderwerp of maatregel

Kiezen van onderwerp/maatregel:

- actualiteit;
- betrekkelijk weinig bekend over effect;
- verwacht veiligheidseffect per toegepaste maatregel (groot effect zoals bij rijrichtingscheiding op GOW80) of gesommeerd over alle toepassingen (vele malen een klein effect, zoals bij suggestiestroken op ETW60);
- belangrijk voor verdere uitbouw DV.

Inventarisatie:

- aanhaken bij (lopende) activiteiten van derden;
- zelf opstarten en eventueel uitvoeren.

Gegevens verwerken:

- door derden laten uitvoeren;
- zelf uitvoeren.

Analyse:

- zelf uitvoeren.

Aanbevelingen:

- eigen rapportage.

### 2. Verkeerskundig ontwerp als geheel

DV-eisen vertalen in aanbevelingen en criteria voor het verkeerskundig ontwerp:

- DV-eisen per wegcategorie bundelen tot een samenhangend geheel;
- gevolgen van de DV-eisen voor elke soort verkeersdeelname;
- voor een aantal relevante situaties de karakteristieke vormgeving volgend uit de DV-eisen;
- welke (sub-)eisen ontbreken voor een veilige vormgeving?

Aanvullende (gedetailleerde) ontwerpeisen stellen:

- DV-eisenstelsel opnieuw structureren vanuit basiskennmerken van onveiligheid (ongelijkheid en ongelijkwaardigheid);
- aansluiting met ongevalgegevens zoeken;
- bestaande eisen en aanvullende eisen rangschikken naar relevantie voor ongevallenpreventie.

Aanbevelingen voor verkeerskundig ontwerp opstellen:

- aanbevelingen richten op (traditionele) ontwerpvariabelen;
- vanuit een ontwerpvariabele de samenhang met DV-eisen zoeken;
- daaruit beperkingen opleggen aan een ontwerpvariabele;
- resterende vrijheidsgraden van een ontwerpvariabele beschrijven;
- nagaan of deze resterende vrijheidsgraden gevolgen voor veiligheid hebben.

### 3. Gegevensbestand opbouwen

Keuze van benodigde gegevens over weg en verkeer voor verkeersveiligheidsonderzoek:

- soort gegevens;
- aard gegevens;
- omvang of hoeveelheid;
- frequentie van verzameling.

Gewenste en mogelijke toepassingen na bewerkingen en analyse van de verzamelde gegevens:

- doel van de gegevensverzameling;
- randvoorwaarden vooraf bij beoogde toepassingen.

Werkwijze bij verzamelen en opslaan:

- methode van verzamelen (enquête, inventarisatielijsten, waarnemingen, metingen);
- organisatie van het verzamelen;
- eventuele organisatie van decentraal verzamelen;
- organisatie van het opslaan;
- methode en techniek van het opslaan.

Werkwijze bij verwerking en analyse

- voorbereiding van analyse;
- analysemethode (statistische toetsing, rekenmodel, grafische weergave).

Herhaalde verzameling, bewerking, opslag en analyse:

- frequentie van herhaling vaststellen;
- randvoorwaarden voor herhalingen;
- organisatorische kwesties;
- draaiboek opstellen;
- eventueel draaiboek voor decentrale verzameling.

#### 4. Handboek voor ontwerpers

DV-eisen toelichten:

- achtergronden (DV-principes);
- relatief belang van elke eis;
- criteria en indicatoren voor toetsing van elke eis.

Aanbevelingen voor een inherent veilig verkeerskundig ontwerp:

- keuze van relevante situaties met een karakteristieke DV-vormgeving;
- keuze van relevante ontwerpvariabelen binnen deze situaties;
- inzicht bieden in veiligheidseffecten van ontwerpvariabelen per variabele.

Beschrijving van rekenmodellen en ander instrumentarium:

- DV-meter;
- kwantitatieve relaties tussen ontwerpvariabelen en veiligheidsindicatoren;
- verkeersveiligheidsaudit;
- VEDYAC;
- voorbeelden van toepassingen.

'Best', 'good' en 'worst practice':

- verschillende voorbeelden uit de praktijk;
- goede en slechte toepassingen naast elkaar gezet.

## Referenties

- Akinyemi, E.O., Papendrecht, J.H. & Botma, H. (1990). *A case-study of the relationship of geometric design strategies to the capacity characteristics of two-lane rural highways*. In: Traffic Engineering + Control, July/August, pp. 426-430.
- Alexander, G.H. & Lunenfeld, H. (1990). *A user's guide to positive guidance. (Third edition)*. U.S. Department of Transport. Federal Highway Administration, Washington D.C.
- Allen, D.P., Roupail, N., Hummer, J.E. & Milazzo II, J.S. (1998). *Operational analysis of uninterrupted bicycle facilities*. In: Transportation Research Record 1636. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Allos, A.E. & Al-Hadithi, M.I. (1992). *Driver behaviour during onset of amber at signalised junctions*. In: Traffic Engineering + Control, May 1992, pp 312-317.
- Al-Masaeid, H.R., Hammory, K.K. & Al-Oman, B.H. (1999). *Consistency of horizontal alignment under adverse weather conditions*. In: Road & Transport Research, No. 3, pp. 55-67.
- Alrutz, D., Gründel, D., Angenendt, W. & Draeger, W. (2002). *Verkehrssicherheit in Einbahnstraßen mit gegengerichtetem Radverkehr*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 6, pp. 296-302.
- Andjus, V. & Maletin, M. (1998). *Speeds of cars on horizontal curves*. In: Transportation Research Record 1612. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Ashworth, R. & Bottom, C.G. (1977). *Some observations of driver gap-acceptance behaviour at a priority intersection*. In: Traffic Engineering & Control, December 1977, pp. 569-571.
- Assing, K. (1998). *Fahrbahnmarkierungen und Verkehrssicherheit - Literaturübersicht*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 7, pp. 356-361.
- Barrell, J., Ghee, C. & Silcock, D. (1995). *The case for 2+1 layouts*. In: Traffic Engineering + Control, September, pp. 494-497.
- Barton, E.V. (1989). *Performance and design of intersections*. In: K.W. Ogden & D.W. Bennett (eds.). Traffic engineering practice. Monash University, Melbourne.
- Baruya, A., Finch, D.J. & Wells, P.A. (1999). *A speed-accident relationship for European single-carriageway roads*. In: Traffic Engineering + Control, March, pp. 135-139.
- Bateman, M.B., Howard, I.C., Johnson, A.R. & Walton, J.M. (1998). *Model of the performance of a roadway safety fence and its use for design*. In:

Transportation Research Record 1647. Transportation Research Board, Washington D.C.

Beek, W. van (2002). *Effect van dubbele asmarkering op de verkeersveiligheid. Verkennend voor- en naonderzoek van een aantal provinciale wegvakken*. Provincie Overijssel. (in voorbereiding).

Bonneson, J.A. (1998). *Delay to major-street through vehicles due to right-turn activity*. In: Transportation Research, Part A, No. 2, pp. 139-148.

Bonneson, J.A. & McCoy, P.T. (1998). *Median treatment selection for existing arterial streets*. In: ITE Journal, March, pp. 26-34.

Bos, J.M.J. & Dijkstra, A. (1998). *Road safety effects of small-scale infrastructural measures with emphasis on pedestrian safety*. A-98-17. SWOV, Leidschendam.

Brilon, W. & Wu, N. (1990). *Delays at fixed-time traffic signals under time-dependent traffic conditions*. In: Traffic Engineering + Control, December, pp. 623-631.

Brindle, R. (1998). *Relationship between accidents and access conditions*. Research Report ARR 320. ARRB Transport Research Ltd, Vermont South (Victoria, Australia).

Brühning, E. (1998). *Mehr Sicherheit durch Fahrbahnmarkierungen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 7, pp. 351-355.

Bürgler, S. & Lindenmann, H.P. (1994). *Ausgeweitete Radstreifen bei lichtsignalgesteuerten Knoten: Untersuchung des Verkehrsablaufes und der Verkehrssicherheit*. Eidgenössische Technische Hochschule ETH, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau IVT, Zürich.

Ceder, A. & Eldar, K. (2002). *Optimal distance between two branches of uncontrolled split intersection*. In: Transportation Research, Part A, No. 8, pp. 699-724.

Chowdhury, M.A., Warren, D.L., Bissell, H. & Taori, S. (1998). *Are the criteria for setting advisory speeds on curves still relevant?* In: ITE Journal, February, pp. 32-45.

Collis, H. (1991). *The pilot Red Route in London*. In: Traffic Engineering + Control, May, pp. 236-239.

Cooper, D.F., Storr, P.A. & Wennell, J. (1977). *Traffic studies at T-junctions; 4. The effect of speed on gap acceptance and conflict rate*. Traffic Engineering & Control, March 1977, pp. 110-112.

Cresswell, C., Griffiths, J.D. & Hunt, J.G. (1977). *The optimal time setting of the green light signal in the Pelican crossing cycle*. In: Traffic Engineering & Control, May 1977, pp. 266-267.

CROW (1988). *ASVV Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*. Publicatie No. 10. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (1993a). *Uitritten*. Publicatie no. 68. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (1993b). *Tekenen voor de fiets: ontwerpwijzer voor fietsvriendelijke infrastructuur*. Publicatie no. 74. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (1995). *Kenmerken van gevaarlijke situaties op verkeersaders en 80 km/uur-wegen*. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (1996). *ASVV Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*. Publicatie no. 110. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (1997a). *Handboek Categorisering wegen op duurzaam veilige basis; Deel I. (Voorlopige) Functionele en operationele eisen*. Publicatie no. 116. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede

CROW (1997b). *Kruispunten buiten de bebouwde kom; aanbevelingen voor toepassing middengeleiders*. Publicatie no. 115. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (2002a). *Handboek Wegontwerp; Gebiedsontsluitingswegen*. CROW Kenniscentrum voor verkeer en vervoer, Ede.

CROW (2002b). *Handboek Wegontwerp; Erftoegangswegen*. CROW Kenniscentrum voor verkeer en vervoer, Ede.

Daff, M. & White, F.J. (1990). *Road accidents on modern residential collector roads*. In: 15th Australian Road Research Board ARRB Conference, Darwin (Australia). 26-31 August 1990. Part 5. pp. 115-135.

Dernellis, A. & Ashworth, R. (1994). *Pedestrian subways in urban areas: some observations concerning their use*. In: Traffic Engineering + Control, January, pp. 14-18.

Dijkstra, A. (1997). *Ontwikkelingen in de kennis over de fiets en fietsvoorzieningen*. R-97-38. SWOV, Leidschendam.

Dissanayake, S., Lu, J.J., Castillo, N. & Yi, P. (2002). *Should direct left turns from driveways be avoided? A safety perspective*. In: ITE Journal, June, pp. 26-29.

Elvik, R. (1995). *The safety value of guardrails and crash cushions: a meta-analysis of evidence from evaluation studies*. In: Accident Analysis and Prevention, No. 4, pp. 523-549.

Elvik, R., Mysen, A.B. & Vaa, T. (1997). *Trafikksikkerhetshåndbok*. Transportøkonomisk institutt, Oslo (Noorwegen).

ERSF (1996). *Technical guide on road safety for interurban roads (INTERSAFE)*. European Road Safety Federation, Brussels.

Farouki, O.T. & Nixon, W.J. (1976). *The effect of the width of suburban roads on the mean free speeds of cars*. In: Traffic Engineering & Control, December, pp. 518-519. February, pp. 32-45.

Fee, J.A., Beatty, R.L., Dietz, S.K., Kaufman, S.F. & Yates, J.G. (1970). *Interstate System Accident Research Study-1*. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration, Washington D.C.

Fitzpatrick, K., Elefteriadou, L., Harwood, D.W., Collins, J.M., McFadden, J., Anderson, I.B., Krammes, R.A., Irizarry, N., Parma, K.D., Bauer, K.M. & Passetti, K. (2000). *Speed prediction for two-lane rural highways*. FHWA-RD-99-171. Federal Highway Administration. Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean VA.

Flannery, A. (2001). *Geometric design and safety aspects of roundabouts*. In: *Transportation Research Record 1751*. Transportation Research Board, Washington D.C.

Fleck, J.L. & Yee, B.M. (2002). *Safety evaluation of right turn on red*. In: ITE Journal, June, pp. 46-48.

Gårder, P., Leden, L. & Pulkkinen, U. (1998). *Measuring the safety effect of raised bicycle crossings using a new research methodology*. In: *Transportation Research Record 1636*. Transportation Research Board, Washington D.C.

Garner, G.R. & Deen, R.C. (1973). *Elements of median design in relation to accident occurrence*. In: *Transportation Research Record 432*. Transportation Research Board, Washington, D.C.

Göttsche, J. (1988). *Untersuchungen zur Anwendbarkeit schmaler/überbreiter Fahrstreifen in städtischen Hauptstraßen - die fast vierstreifige Stadtstraße*. In: *Straßenverkehrstechnik*, Heft 1, pp. 17-22.

Goudappel Coffeng (2001). *Erfaansluitingen en verkeersveiligheid*. In opdracht van CROW. Goudappel Coffeng, Deventer.

Graham, J.L. & Harwood, D.W. (1982). *Effectiveness of clear recovery zones*. National Cooperative Highway Research program. Report 247. Transportation Research Board, Washington D.C.

Guikink, D., Turkstra, A. & Stoffelsen, R.J. (1999). *Integrale aanpak verhoogt inzicht bij wegbeeldonderzoek*. In *Wegen*, Nr. 5, pp. 8-11.

Haag-Bingemann, H. & Hupfer, C. (1996). *Vorher-Nachher-Untersuchung: "Suggestivstreifen" für den Radverkehr*. In: Internationales Verkehrswesen, Nr. 7/8, pp. 37-44.

Hartz, B. (1995). *Geschichte der Kreisverkehrsplätze und ihrer Berechnungsverfahren*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 12, pp. 585-592.

Harwood, D.W. (1986). *Multilane design alternatives for improving suburban highways*. National Cooperative Highway Research program. Report 282. Transportation Research Board, Washington D.C.

Harwood, D.W. (1990). *Effective utilization of street width on urban arterials*. National Cooperative Highway Research program. Report 330. Transportation Research Board, Washington, D.C.

Harwood, D.W., Council, F.M., Hauer, E., Hughes, W.E. & Vogt, A. (2000). *Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways*. FHWA-RD-99-207. Federal Highway Administration. Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean VA.

Hassan, Y, Easa, S.M. & El Halim, A.O.A. (1998). *Highway Alignment; three-dimensional problem and three-dimensional solution*. In: Transportation Research Record 1612. Transportation Research Board, Washington D.C.

Hauger, G. (1997a). *Geschwindigkeitsverhalten im motorisierten Individualverkehr auf Innerortsstraßen; Teil 1: Methodischer und konzeptioneller Lösungsansatz zur empirischen Erfassung des Geschwindigkeitsverhaltens auf verschiedener Straßentypen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 11, pp. 542-551.

Hauger, G. (1997b). *Geschwindigkeitsverhalten im motorisierten Individualverkehr auf Innerortsstraßen; Teil 2: Verkehrliche städtebauliche und straßenfunktionelle Einflußparameter auf das Geschwindigkeitsverhalten*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 12, pp. 602-607.

Henson, R. (1992). *Layout and design factors affecting cycle safety at T-junctions*. In: Traffic Engineering + Control, October, pp. 548-551.

Herberg, K.-W. (1978). *Bedingungen für das Geschwindigkeitsverhalten in Stadtstraßen*. Verlag TÜV, Rheinland.

Herrstedt, L., Nielsen, M.A., Agútsson, L., Lei Krogsgaard, K.M., Jørgensen, E. & Jørgensen, N.O. (1994). *Safety of cyclists in urban areas: Danish experiences*. Danish Road Directorate DRD, Copenhagen.

Hiersche, E.-U. & Taubmann, A. (1987). *Untersuchungen über Unfallraten in Abhängigkeit von Straßen- und Verkehrsbedingungen innerhalb bebauter Gebiete*. Forschung Straßenbau un Straßenverkehrstechnik, Heft 538, Bundesminster für Verkehr, Bonn.

Hocherman, I., Hakkert, A.S. & Bar-Ziv, J. (1990). *Safety of one-way urban streets*. In: Transportation Research Record 1270. Transportation Research Board, Washington D.C.



Homan, W. & Papendrecht, J.H. (1983). *Effect van voorrangregeling op rijnsnelheden en oversteekgedrag*. In: Verkeerskunde, nr. 6, pp. 305-310.

Hülsen, H. (1994). *Unfälle mit Radfahrern*. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Nr. 3, pp. 107-113.

Hummel, T. (1998). *Nader onderzoek uitritconstructies en voorrangskruisingen*. R-98-10. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.

Hunter, W.W., Stewart, J.R. & Stutts, J.C. (1999). *Study of bicycle lanes versus wide curb lanes*. In: Transportation Research Record 1674. Transportation Research Board, Washington D.C.

Hutchinson, T.P. (1995). *The continuous flow intersection; the greatest new development in traffic engineering since the traffic signal?* In: Traffic Engineering + Control, March, pp.156-157.

Janssen, S.T.M.C. (1974). *Verkeersveiligheid als criterium voor het wegontwerp*. In: Preadviezen HNW-Congresdag, 6 december 1974, Utrecht. Vereniging Het Nederlandsche Wegencongres, Den Haag.

Janssen, S.T.M.C. (1988). *De verkeersonveiligheid van wegtypen in 1986 en 2010*. R-88-3. SWOV, Leidschendam.

Jensen, S.U. & Nielsen, M.A. (1999). *Sikkerhedseffekter af nye vejudformninger for cyklister*. Notat nr. 63. Vejdirektoratet, København.

Jones, S.M. & Farmer, S.A. (1993). *Pedestrian ramps in central Milton Keynes: a case-study*. In: Traffic Engineering + Control, March, pp. 122-128.

Jones, Th.L. & Tomcheck, P. (2000). *Pedestrian accidents in marked and unmarked crosswalks: a quantitative study*. September, pp. 42-46.

Khasnabis, S, Naseer, M., Baig, M.F. & Opiela, K.S. (1999). *Roadside safety analysis program as a tool for economic evaluation of roadside safety projects*. In: Transportation Research Record 1690. Transportation Research Board, Washington D.C.

Klein, G. & Schweig, K.-H. (1991). *Sicherheit städtischer Hauptverkehrsstraßen mit vier oder mehr schmalen Fahrstreifen*. Grüne Reihe. Nr. 19. Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern.

Knapp, K.K. (1999). *Literature review of highway-railroad grade crossing sight distance conditions*. In: ITE Journal, November, pp. 32-37.

Knoflacher, H. & Maier, R. (1989). *Welche Bedeutung haben Zeitverluste für Fußgänger bei queren von Straßen?* In: Straßenverkehrstechnik, Heft 5, pp. 182-184.

Kockelke, W. (1996). *Überprüfung der Steigungsklassensystematik zum Nachweis der Verkehrsqualität auf zweistreifigen Außerortsstraßen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 53-56.

Kooi, R.M. van der & Dijkstra, A. (2003). *Enkele gedragseffecten van suggestiestroken op smalle rurale wegen*. R-2003-17. SWOV, Leidschendam.

Kooi, R.M. van der & Heidstra, J. (1998). *Effect van kantstroken op verkeersgedrag*. R-99-19. SWOV, Leidschendam.

Koornstra, M.J., Mathijssen, M.P.M, Mulder, J.A.G., Roszbach, R. & Wegman, F.C.M. (1992). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010*. SWOV, Leidschendam.

Krammes, R.A., Rao, K.S. & Oh, H. (1995). *Highway geometric design consistency evaluation software*. In: Transportation Research Record 1500. Transportation Research Board, Washington D.C.

Krause, K. (1994). *Die Anwendung des Grünpfeils an Wechsellichtzeichen; Möglichkeiten und Grenzen der Neuregelung in der StVO*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 3, pp. 125-131.

Kuciemba, S.R. & J.A. Cirillo (1992). *Safety effectiveness of highway design features. Volume V. Intersections*. FHWA-RD-91-048. Federal Highway Administration, Washington D.C.

Kühn, W. (1999a). *Ansätze zur Entwicklung einer räumlichen Entwurfsmethode für Straßen in bebauten Gebieten. Teil 1: DITRA - Ein rechnergestütztes Entwurfsverfahren für Straßen im Lageplan*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 11, pp. 558-563.

Kühn, W. (1999b). *Ansätze zur Entwicklung einer räumlichen Entwurfsmethode für Straßen in bebauten Gebieten. Teil II: Entwurfstechnische Kontrollgröße zur Beurteilung einer mathematischen Trasse im Lageplan*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 12, pp. 617-621.

Kühn, W. (2000). *Ansätze zur Entwicklung einer räumlichen Entwurfsmethode für Straßen in bebauten Gebieten. Teil III: RAUTRA - Eine räumliche Trassierungsmethodik für Straßen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 1, pp. 26-33.

Kulmala, R. (1995). *Safety at rural three- and four-arm junctions. Development and application of accident prediction models*. Ph.D. Thesis. Helsinki University of Technology & Technical Research Centre of Finland VTT, Espoo.

Kwon, Y.-I., Morichi, S. & Yai, T. (1998). *Analysis of pedestrian behavior and planning guidelines with mixed traffic for narrow urban streets*. In: Transportation Research Record 1636. Transportation Research Board, Washington D.C.

Lamm, R., Hayward, J.C. & Cargin, J.G. (1986). *Comparison of different procedures for evaluating speed consistency*. In: Transportation Research Record 1100. Transportation Research Board, Washington D.C.

- Lamm, R., Pasarianos, B. & Mailaender, Th. (1999). *Highway design and traffic safety engineering handbook*. McGraw-Hill, New York.
- Layfield, R.E., Summersgill, I., Hall, R.D. & Chatterjee, K. (1996). *Accidents at urban priority crossroads and staggered junctions*. TRL report 185. Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- Leden, L. (2002). *Pedestrian risk decrease with pedestrian flow; a case study based on data from signalized intersections in Hamilton, Ontario*. In: Accident Analysis and Prevention, Vol. 34, Nr. 4, pp. 457-464.
- Leisch, J.E. & Leisch, J.P. (1977). *New concepts in design-speed application*. In: Transportation Research Record 631. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Li, J. (1993). *Study of access and accident relationships*. Highway Safety Branch. Ministry of Transportation and Highways, Victoria (British Columbia, Canada).
- Liang, W.L., Kyte, M., Kitchener, F. & Shannon, P. (1998). *Effect of environmental factors on driver speed; A case study*. In: Transportation Research Record 1635. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Linder, Th. (1989). *Einbahnige Zwischenquerschnitte*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 6, pp. 222-229.
- Lines, C.J. (1993). *Road humps for the control of vehicle speeds*. In: Traffic Engineering + Control, January, pp. 2-7.
- Lines, C.J. (1995). *Cycle accidents at signalised roundabouts*. In: Traffic Engineering + Control, February, pp. 74-77.
- Lippold, C. (1996). *Weiterentwicklung der Relationstrassierung von Landstraßen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 4, pp. 165-171.
- Lippold, C. (1999). *Zur Geschwindigkeit V85 als Projektierungsgröße im Straßenentwurf*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 1, pp. 11-19.
- Macbeth, A.G. (1999). *Bicycle lanes in Toronto*. In: ITE Journal, April, pp. 38-46.
- Maerz, N.H. & McKenna, S. (1999). *Surveyor; mobile highway inventory and measurement system*. In: Transportation Research Record 1690. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Maia Seco, A.J. da (1991). *Analysis and evaluation of a T-junction working under the nearside priority rule*. Traffic Engineering + Control, July/August 1991, pp. 347-351.
- Maier, R. & Meewes, V. (1990). *Fahrbahnbreite und Geschwindigkeitsverhalten*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 49- 54.

- Mak, K.K. (1995). *Safety effects of roadway design decisions - roadside*. In: Transportation Research Record 1512. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Mak, K.K., Sicking, D.L. & Zimmerman, K. (1998). *Roadside safety analysis program; A cost-effectiveness analysis procedure*. In: Transportation Research Record 1647. Transportation Research Board, Washington D.C.
- McCoy, P.T., Pesti, G., Byrd, P.S. & Singh, V.A. (2001). *Guidelines for opposing left-turn lane-line widths*. In: Transportation Research Record 1751. Transportation Research Board, Washington D.C.
- McCoy, P.T., Ramanujam, M., Moussavi, M. & Ballard, J.L. (1990). *Safety comparison of types of parking on urban streets in Nebraska*. In: Transportation Research Record 1270. Transportation Research Board, Washington D.C.
- McGinnis, R.G. (1999). *Reexamination of roadside encroachment data*. In: Transportation Research Record 1690. Transportation Research Board, Washington D.C.
- McLean, J. (1997). *Review of accidents and urban arterial cross-section treatments*. Research Report. ARR 309. ARRB Transport Research, Vermont South, Victoria.
- McMahon, P.J., Duncan, C., Stewart, J.R., Zegeer, C.V. & Khattak, A.J. (1999). *Analysis of factors contributing to 'walking along roadway' crashes*. In: Transportation Research Record 1674. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Meewes, V. (1989). *Geschwindigkeiten in Erschließungsstraßen; Möglichkeiten der Dimensionierung*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 48-58.
- Meewes, V. & Eckstein, K. (2000). *Hohe Sicherheitsgewinne durch Vermeidung von Baum-Unfällen möglich*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 12, pp. 621-625.
- Mennicken, C. (1999). *Sicherheits- und Einsatzkriterien für Fußgängerüberwege*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 8, pp. 368-375.
- Meschik, M. (1990). *Der Einfluß der Straßengestaltung auf die Lebensqualität in Ortsgebieten*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 4, pp. 151-155.
- Meseberg, H.-H. (1998). *Tatsächliche und notwendige Sichtweite von Fahrbahnmarkierungen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 8, pp. 392-397.
- Miaou, S.-P. (1997). *Estimating vehicle roadside encroachment frequencies by using accident prediction models*. In: Transportation Research Record 1599. Transportation Research Board, Washington D.C.

- Miaou, S-P. & Lum, H. (1993). *Modelling vehicle accidents and highway geometric design relationships*. In: Accident Analysis and Prevention, No. 6, pp. 689-709.
- Miller, J.S., Hoel, L.A., Kim, S. & Drummond, K.P. (2001). *Transferability of models that estimate crashes as a function of access management*. In: Transportation Research Record 1746. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Minnen, J. van (1995). *Rotondes en voorrangregelingen*. R-95-58. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.
- Minnen, J. van & Catshoek, J.W.D. (1997). *Uniformering voorrangregeling*. R-97-24. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid,
- Morgan, J.M. (1993). *Toucan crossings for cyclists and pedestrians. Project Report 47*. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne.
- Mountain, L., Fawaz, B. & Jarrett, D. (1995). *The influence of minor junctions on link accident frequencies*. In: Traffic Engineering + Control, December, pp. 673-679.
- Nielsen, E.D., Andersen, K.V. & Lei, K.M. (1996). *Trafiksikkerhedseffekten af cykelbaner i byområder*. Rapport 50. Vejdirektoratet, Copenhagen.
- Ogden, K.W. (1997). *The effects of paved shoulders on accidents on rural highways*. In: Accident Analysis and Prevention, No. 3, pp. 353-362.
- Opiela, K.S., McGee, H.W., Hughes, W.E. & Daily, K. (1995). *Relationships between highway safety and geometric design*. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Overkamp, D. & G. Schermers (2002). *Niets tegen een inhaalverbod*. In: Verkeerskunde, Nummer 4, pp. 35-39.
- Palm, I & G. Schmidt (1999). *Querschnittsbreiten einbahniger Außerortstraßen und Verkehrssicherheit*. Heft V64. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- Pasanen, E. & Salmivaara, H. (1993). *Driving speeds and pedestrian safety in the city of Helsinki*. In: Traffic Engineering + Control, June, pp. 308-310.
- Persaud, B.N., Retting, R.A., Garder, P.E. & Lord, D. (2001). *Safety effect of roundabout conversions in the United States; empirical Bayes observational before-after study*. In: Transportation Research Record 1751. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Plant, J. (1995). *Raised-rib road-markings: research into the safety implications*. In: Traffic Engineering + Control, May, pp. 277-281.
- Pol, W.H.M. van de & Janssen, S.T.M.C. (1998). *Scheiding rijrichtingen op rondweg Oostburg*. R-98-21. SWOV, Leidschendam.

Räsänen, M., Summala, H. & Pasanen, E. (1998). *The safety effect of sight obstacles and road-markings at bicycle crossings*. In: Traffic Engineering + Control, February, pp. 98-102.

Retzko, H.-G. & Korda, C. (2000). *Auswirkungen unterschiedlicher zulässiger Höchstgeschwindigkeiten auf städtischen Verkehrsstraßen - Ein Beitrag zur Tempo 30-Diskussion*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 57-64.

Richter, Th. (1993). *Untersuchung zur Ermittlung von Unfallursachen an Knotenpunkten nach der Grundform IV*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 6, pp. 292-299.

Richter, Th. (1994). *Vorher-Nachher-Untersuchungen an nachträglich signalisierten Knotenpunkten nach der Grundform IV*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 5, pp. 295-308.

ROA (1993). *Richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen. Hoofdstuk IV: knooppunten en aansluitingen*. Rijkswaterstaat. SDU Uitgeverij, Den Haag.

Robatsch, K. & Stratil-Sauer, G. (2002). *Mehrzweckstreifen – Radverkehrsführung auf schmalen Fahrbahnen*. In: Internationales Verkehrswesen, No. 6, pp. 2277-282.

RONA (1986a). *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom; Voorlopige richtlijnen. Hoofdstuk II: dwarsprofiel*. Commissie RONA. Staatsuitgeverij, Den Haag.

RONA (1986b). *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom; Voorlopige richtlijnen. Hoofdstuk III: kruispunten*. Commissie RONA. Staatsuitgeverij, Den Haag.

RONA (1989). *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom; Voorlopige richtlijnen. Hoofdstuk IV: alignement*. Commissie RONA. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Rudinger, G. & Holte, H. (1994). *Die subjektive Sicherheitsbewertung von Baumalleen mit Varianten der Straßenausstattung*. In: Straßenverkehrstechnik, No. 5, pp. 291-294.

RWS (1979). *Onderzoek naar de relatie tussen de weg- en verkeerskenmerken en de ongevalkans van (brom)fietsverkeer langs wegvakken buiten de bebouwde kom*. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, Den Haag.

Salter, D., Carthy, T., Packham, D., Rhodes-Defly, N. & Silcock, D. (1993). *Risk on the roads; 1. Perceptions of risk and competition*. In: Traffic Engineering + Control, May, pp. 236-241.

Sayed, T., Vahidi, H. & Rodriguez, F. (1999). *Advance warning flashers; do they improve safety?* In: Transportation Research Record 1692. Transportation Research Board, Washington D.C.

- Schmidt, G. (1996). *Ergebnisse von Geschwindigkeits- und Unfalluntersuchungen auf zweistreifigen landstraßen*. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, No. 4, pp. 161-169.
- Schnüll, R., Haller, W. & von Lübke, H. (1992a). *Sicherheitsanliegen bei der Umgestaltung von Knotenpunkten in Städten*. Forschungsbericht Nr. 253. Bundesanstalt für Straßenwesen BASt, Bergisch Gladbach.
- Schnüll, R., Johannsmeier, R., Albers, A., Etzold, P., Kloppe, U., Sporbeck, J. & Wilms, A. (1999). *Führung von Nahverkehrszeugen in Hauptverkehrsstraßen*. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*. Heft V62. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- Schnüll, R., Lange, J., Fabian, I., Kölle, M., Schütte, F., Alrutz, D., Fechtel, H.W., Stellmacher-Hein, J., Brückner, T. & Meyhöfer, H. (1992b). *Sicherung von Radfahrern an städtischen Knotenpunkten*. Bericht zum Forschungsprojekt 8925 der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt Nr. 262. Bundesanstalt für Straßenwesen BASt, Bergisch Gladbach.
- Schönborn, H.D. (1992). *Die Markierung von Straßen, unverzichtbar für die Verkehrssicherheit!* In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, No. 1, pp. 19-27.
- Schönborn, H.D. (1993). *Markierungen und Verkehrssicherheit*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 6, pp. 300-307.
- Schoon, C.C. & Bos, J.M.J. (1983). *Boomongevallen; Een verkennend onderzoek naar de frequentie en ernst van botsingen tegen obstakels in relatie tot de breedte van de obstakelvrije zone*. R-83-23. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Schoon, C. & Minnen, J. van (1994). *The safety of roundabouts in the Netherlands*. In: Traffic Engineering + Control, March, pp. 142-148.
- Schreuder, D.A. (1996). *Openbare verlichting voor verkeer en verkeersveiligheid*. Kluwer, Deventer.
- Schwär, D. (1988). *Radfahrstreifen an der Fahrbahn bei beengten, zweistreifigen Straßen*. In: Roads and Traffic 2000, International Road and Traffic Conference, September 6-9, Berlin.
- Snelson, P. (1977). *Criteria for cycle signal installation*. In: Traffic Engineering & Control, November 1977, pp. 527-529.
- Stewart, D. & Chudworth, C.J. (1990). *A remedy for accidents at bends*. In: Traffic Engineering + Control, February, pp. 88-93.
- Summersgill, I. & Layfield, R.E. (1996). *Non-junction accidents on urban single-carriageway roads*. TRL Report 183, Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- Summersgill, I., Kennedy, J.V. & Baynes, D. (1996). *Accidents at three-arm priority junctions on urban single-carriageway roads*. TRL report 184. Transport Research Laboratory, Crowthorne.

- Taylor, M.C., Hall, R.D. & Chatterjee, K. (1996). *Accidents at 3-arm traffic signals on urban single-carriageway roads*. TRL report 135. Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- Theeuwes, J. & Godthelp, J. (1992). *Begrijpelijkheid van de weg*. TNO-rapport IZF 1992 C-8. TNO Instituut voor Zintuigfysiologie, Soesterberg.
- Thompson, S.J., Heyden, S.J. & Charnley, C.B. (1990). *Pedestrian refuge schemes in Nottingham*. In: *Traffic Engineering + Control*, March, pp. 118-123.
- V&W (1987). *Parkeren en verkeersveiligheid; aanbevelingen*. Directie Verkeersveiligheid. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- Vieth, B. (1989). *Erfahrungen mit Rotlicht-Fußgängerschutzanlagen im Bereich der hessischen Straßenbauverwaltung*. In: *Straßenverkehrstechnik*, Heft 4, pp. 147-150.
- Vis, A.A. & Kaal, I. (1993). *De veiligheid van 30 km/uur-gebieden*. R-93-17. SWOV, Leidschendam.
- Visser, C. (1976). *Fietspaden niet altijd even veilig*. In: *Verkeerskunde*, Nr. 10, pp. 492-494.
- Voß, H. (1994). *Zur Verkehrssicherheit innerörtlichen Knotenpunkte*. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, Nr. 2, pp. 68-72.
- Wall, G. (2000). *Road markings to improve pedestrian safety at crossings*. In: *Traffic Engineering + Control*, April, pp. 136-140.
- Welleman, A.G. & Dijkstra, A. (1988). *Veiligheidsaspecten van stedelijke fietspaden*. R-88-20. SWOV, Leidschendam.
- Wheeler, A. & Taylor, M. (1995). *Reducing speeds in villages: the VISP study*. In: *Traffic Engineering + Control*, April, pp. 213-219.
- Zegeer, C.V., Stewart, J.R., Huang, H. & Lagerwey, P. (2001). *Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations; analysis of pedestrian crashes at 30 locations*. In: *Transportation Research Record 1773*. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Zeplin, W.P. (1996). *Fahrbahnmarkierung in Europa; Anforderungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit*. In: *Straßenverkehrstechnik*, Heft 4, pp. 172-180.



## Bijlage 1

## Beschikbaarheid van kennis over effecten

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Fiets versus motorvoertuig	Motorvoertuig versus motorvoertuig	Voetganger versus motorvoertuig
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak		Rijrichtingscheiding Δ	
	Kruispunt		Rotonde ΔΔΔ VRI ΔΔΔ	
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak		Geen inritten Δ Alleen rechts afslaan toestaan Δ	Oversteekvoorziening Δ
	Kruispunt	Aparte fase in VRI <sup>)</sup> Δ Voorrangsregeling Δ	Rotonde ΔΔΔ VRI ΔΔΔ	Oversteekvoorziening ΔΔ
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak	Fietsstrook/-pad ΔΔ Bij geparkeerde en parkerende voertuigen: parkeerverbod Δ Parkeren links van fietsers Δ	Parkeren op parallelweg Δ	
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak	Bij inrit/zijstraat: verhoogd fietspad Δ		
	Kruispunt	Bij rotonde: verhoogd fietspad ΔΔ	Voorrangsregeling ΔΔ Bij VRI: drempel vóór kruispunt <sup>*)</sup> Δ	
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			

) of afgeknot fietspad?

\*)  $V_o = 30$  km/uur

\*\*)  $V_o = 50$  km/uur

Δ weinig tot niets bekend over veiligheidseffect

ΔΔ nog onvoldoende bekend

ΔΔΔ voldoende bekend

Tabel B1.1. *Mate waarin kennis beschikbaar is over effecten van verkeersmaatregelen op GOW50 ter voorkoming van conflictsituaties, gerangschikt naar wegtype en operationele DV-eis.*

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Bromfietser versus motorvoertuig	Bromfietser versus voetganger	Fiets versus voetganger
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak	Bij inrit/zijstraat: bromfietser op de rijbaan $\Delta\Delta\Delta$	Oversteekvoorziening $\Delta$ Bij fietspad: bromfietser op de rijbaan $\Delta\Delta\Delta$	Oversteekvoorziening $\Delta$
	Kruispunt	Bromfietser op de rijbaan $\Delta\Delta\Delta$ Voorrangregeling $\Delta$		
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak			
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak			
	Kruispunt			
Vvan de weg afraken vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			

) of afgeknot fietspad?

\*\*)  $V_o = 30$  km/uur

\*\*\*)  $V_o = 50$  km/uur

$\Delta$  weinig tot niets bekend over veiligheidseffect

$\Delta\Delta$  nog onvoldoende bekend

$\Delta\Delta\Delta$  voldoende bekend

Tabel B1.2 *Mate waarin kennis beschikbaar is over effecten van verkeersmaatregelen op GOW50 ter voorkoming van conflictsituaties, gerangschikt naar wegtype en operationele DV-eis.*

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Fiets versus motorvoertuig	Motorvoertuig versus motorvoertuig	Motorvoertuig enkelvoudig
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak		Rijrichtingscheiding Δ	
	Kruispunt		Rotonde ΔΔΔ VRI ΔΔ	
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak		Geen inritten Δ	
	Kruispunt		Rotonde ΔΔΔ VRI ΔΔ	
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak	Fiets- en bromfietspad ΔΔ		
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak	Bij inrit: verhoogd fiets- en bromfietspad Δ		
	Kruispunt	Uitbuigend fiets- en bromfietspad Δ Verhoogd fiets- en bromfietspad Δ	Bij VRI: drempel vóór kruispunt <sup>***</sup> ΔΔ	
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			Berijdbare obstakelvrije berm Δ Geleiderail Δ
	Kruispunt			

) of afgeknot fietspad?

\*\*)  $V_o = 30$  km/uur

\*\*\*)  $V_o = 50$  km/uur

Δ weinig tot niets bekend over veiligheidseffect

ΔΔ nog onvoldoende bekend

ΔΔΔ voldoende bekend

Tabel B1.3 *Mate waarin kennis beschikbaar is over effecten van verkeersmaatregelen op GOW80 ter voorkoming van conflictsituaties, gerangschikt naar wegtype en operationele DV-eis.*

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Fiets versus motorvoertuig	Motorvoertuig versus motorvoertuig	Motorvoertuig enkelvoudig
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak	Fiets-suggestiestrook $\Delta$		
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak		Smalle rijloper $\Delta$	
	Kruispunt	Plateau $\Delta$	Plateau $\Delta$	
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			Berijdbare obstakelvrije berm $\Delta$
	Kruispunt			

) of afgeknot fietspad?

\*\*)  $V_o = 30$  km/uur

\*\*\*\*)  $V_o = 50$  km/uur

$\Delta$  weinig tot niets bekend over veiligheidseffect

$\Delta\Delta$  nog onvoldoende bekend

$\Delta\Delta\Delta$  voldoende bekend

Tabel B1.4 *Mate waarin kennis beschikbaar is over effecten van verkeersmaatregelen op ETW60 ter voorkoming van conflictsituaties, gerangschikt naar wegtype en operationele DV-eis.*

## Bijlage 2

## Gebleken effecten

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Fiets versus motorvoertuig	Motorvoertuig versus motorvoertuig	Voetganger versus motorvoertuig
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak		Rijrichtingscheiding ↑	
	Kruispunt		Rotonde ↑↑ VRI 0	
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak		Geen inritten ↑ Alleen rechts afslaan toestaan ↑	Oversteekvoorziening 0
	Kruispunt	Aparte fase in VRI **) ↑ Voorrangsregeling ↓	Rotonde ↑↑ VRI 0	Oversteekvoorziening 0
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak	Fietsstrook/-pad ↑ Bij geparkeerde en parkerende voertuigen: parkeerverbod ↑ Parkeren links van fietsers ↑	Parkeren op parallelweg ↑	
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak	Bij inrit/zijstraat: verhoogd fietspad 0		
	Kruispunt	Bij rotonde: verhoogd fietspad 0	Voorrangsregeling 0 Bij VRI: drempel vóór kruispunt **) 0	
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			

) of afgeknot fietspad?

\*\*)  $V_0 = 30$  km/uur

↑↑ groot positief effect (veel veiliger)

↑ positief effect (veiliger)

0 neutraal (te weinig over bekend, of onderzoeksresultaten zijn tegenstrijdig)

↓ negatief effect (onveiliger)

Tabel B2.1 Effect (positief, negatief of neutraal) van verkeersmaatregelen op GOW50 ter voorkoming van bepaalde conflictsituaties, gerangschikt naar wegtype en operationele DV-eis.

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Bromfietser versus motorvoertuig	Bromfietser versus voetganger	Fiets versus voetganger
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak	Bij inrit/zijstraat: bromfietser op de rijbaan ↑↑	Oversteekvoorziening 0 Bij fietspad: bromfietser op de rijbaan ↑↑	Oversteekvoorziening 0
	Kruispunt	Bromfietser op de rijbaan ↑↑ Voorrangsregeling ↓		
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak			
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak			
	Kruispunt			
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			

) of afgeknot fietspad?

\*\*)  $V_o = 30$  km/uur

\*\*\*)  $V_o = 50$  km/uur

↑↑ groot positief effect (veel veiliger)

↑ positief effect (veiliger)

0 neutraal (te weinig over bekend, of onderzoeksresultaten zijn tegenstrijdig)

↓ negatief effect (onveiliger)

Tabel B2.2 *Effect (positief, negatief of neutraal) van verkeersmaatregelen op GOW50 ter voorkoming van bepaalde conflictsituaties, gerangschikt naar wegtype en operationele DV-eis.*

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Fiets versus motorvoertuig	Motorvoertuig versus motorvoertuig	Motorvoertuig enkelvoudig
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak		Rijrichtingscheiding ↑	
	Kruispunt		Rotonde ↑↑ VRI 0	
Conflicten met kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak		Geen inritten ↑	
	Kruispunt		Rotonde ↑↑ VRI 0	
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak	Fiets- en bromfietspad ↑↑		
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak	Bij inrit: verhoogd fiets- en bromfietspad 0		
	Kruispunt	Uitbuigend fiets- en bromfietspad ↑ Verhoogd fiets- en bromfietspad 0	Bij VRI: drempel vóór kruispunt ***) 0	
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			Berijdbare obstakelvrije berm ↑↑ Geleiderail 0
	Kruispunt			

) of afgeknot fietspad?

\*\*)  $V_o = 30$  km/uur

\*\*\*)  $V_o = 50$  km/uur

↑↑ groot positief effect (veel veiliger)

↑ positief effect (veiliger)

0 neutraal (te weinig over bekend, of onderzoeksresultaten zijn tegenstrijdig)

↓ negatief effect (onveiliger)

Tabel B2.3 Effect (positief, negatief of neutraal) van verkeersmaatregelen op GOW80 ter voorkoming van conflictsituaties, gerangschikt naar wegtype en operationele DV-eis.

DV-eisen omtrent homogeen en beheersbaar	Locatie	Conflictsituatie		
		Fiets versus motorvoertuig	Motorvoertuig versus motorvoertuig	Motorvoertuig enkelvoudig
Conflicten met tegemoetkomend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Conflicten met Kruisend en overstekend verkeer vermijden	Wegvak			
	Kruispunt			
Scheiden van verschillende voertuigsoorten	Wegvak	Fiets-suggestiestrook 0		
	Kruispunt			
Snelheid/snelheidsverschillen reduceren op conflictpunten	Wegvak		Smalle rijloper 0	
	Kruispunt	Plateau 0	Plateau 0	
Van de weg afraken vermijden	Wegvak			Berijdbare obstakelvrije berm ↑
	Kruispunt			

- ) of afgeknot fietspad?  
 \*\*)  $V_o = 30$  km/uur  
 \*\*\*)  $V_o = 50$  km/uur  
 ↑↑ groot positief effect (veel veiliger)  
 ↑ positief effect (veiliger)  
 0 neutraal (te weinig over bekend, of onderzoeksresultaten zijn tegenstrijdig)  
 ↓ negatief effect (onveiliger)

Tabel B2.4 *Effect (positief, negatief of neutraal) van verkeersmaatregelen op ETW60 ter voorkoming van conflictsituaties, gerangschikt naar wegtype en operationele DV-eis.*



## Bijlage 3

## Relevante literatuur geordend naar onderwerp

### 3.1. Artikelen in periodieken, naar onderwerp

Methodologie en statistiek  
Instrumentarium (Tools en Modellen)  
Kruispunten  
Voetgangers  
Fietsers  
Netwerk/Wegvakken en kruispunten tezamen  
Wegbermen/Roadside  
Markering  
Verblijfsgebieden  
Alignement/Design consistency  
Bogen/bochten  
Rijsnelheid  
Dwarsprofiel

### 3.2. Rapporten en boeken, naar onderwerp

Methodologie en statistiek  
Instrumentarium (Tools en Modellen)  
Voetgangers  
Kruispunten  
Fietsers  
Netwerk/Wegvakken en kruispunten tezamen  
Wegbermen/Roadside  
Markering  
Verblijfsgebieden  
Alignement/Design consistency  
Bogen/bochten  
Rijsnelheid  
Dwarsprofiel  
Divers

## Bijlage 3.1 Artikelen in periodieken, naar onderwerp

### Methodologie en statistiek

- Calvert, E.C. & Wilson, E.M. (1999). *Incremental safety improvements for unpaved rural roads*. In: Transportation Research Record 1652. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Collis, H. (1991). *The pilot Red Route in London*. In: Traffic Engineering + Control, May, pp. 236-239.
- Hauer, E. (1999). *Safety review of highway 407; confronting two myths*. In: Transportation Research Record 1693. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Janssen, S.T.M.C. (1974). *Verkeersveiligheid als criterium voor het wegontwerp*. In: Preadviezen HNW-Congresdag, 6 december 1974, Utrecht. Vereniging Het Nederlandsche Wegencongres, Den Haag.
- Mensah, A. & Hauer, E. (1998). *Two problems of averaging arising in the estimation of the relationship between accidents and traffic flow*. In: Transportation Research Record 1635. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Mountain, L. & Fawaz, B. (1991). *The accuracy of estimates of expected accident frequencies obtained using an Empirical Bayes approach*. In: Traffic Engineering + Control, May 1991, pp. 246-251.
- Mountain, L. & Fawaz, B. (1992). *The effects of engineering measures on safety at adjacent sites*. In: Traffic Engineering + Control, January 1992, pp. 15-22.
- Mountain, L., Fawaz, B. & Sineng, L. (1992). *The assessment of changes in accident frequencies on link segments: a comparison of four methods*. In: Traffic Engineering + Control, July/August 1992, pp. 429-431.
- Navin, F.P.D. (1990). *Safety factors for road design: can they be estimated?* In: Transportation Research Record 1280. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Ng, J.C.N. & Hauer, E. (1989). *Accidents on rural two-lane roads: differences between seven states*. In: Transportation Research Record 1238. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Peltola, H., Kulmala, R. & Kallberg, V.P. (1994). *Why use a complicated accident prediction model when a simple one is just as good?* In: Traffic Management & Road Safety: Proceedings of Seminar J, held at the 22th PTRC European Transport & Planning Summer Annual Meeting, University of Warwick, England, September 12-16, 1994, pp. 163-170.

## Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!

Rudinger, G. & Holte, H. (1994). *Die subjektive Sicherheitsbewertung von Baumalleen mit Varianten der Straßenausstattung*. In: Straßenverkehrstechnik, No. 5, pp. 291-294.

Salter, D., Carthy, T. Packham, D., Rhodes-Defty, N. & Silcock, D. (1993). *Risk on the roads; 1. Perceptions of risk and competition*. In: Traffic Engineering + Control, May, pp. 236-241.

Schmidt, G. (1996). *Ergebnisse von Geschwindigkeits- und Unfalluntersuchungen auf zweistreifigen landstraßen*. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, No. 4, pp. 161-169.

Silcock, D.T. & Walker, R.T. (1982). *A method for comparative evaluation of accident countermeasures for application in residential areas*. In: Traffic Engineering + Control, September 1982, pp. 430-438.

Stamatiadis, N., Jones, S. & Aultman-Hall, L. (1999). *Causal factors for accidents on southeastern low-volume rural roads*. In: Transportation Research Record 1652. Transportation Research Board, Washington D.C.

Zegeer, C.V., Huang, H.F., Stewart, J.R. & Williams, C. (1998). *Investigation of National Highway System roadways in the Highway Safety Information System states*. In: Transportation Research Record 1635. Transportation Research Board, Washington D.C.

## Instrumentarium (Tools en Modellen)

Harkey, D.L, Reinfurt, D.W. & Knuiman, M. (1998). *Development of the Bicycle Compatibility Index*. In: Transportation Research Record 1636. Transportation Research Board, Washington D.C.

Herslund, M.-B., Jørgensen, N.O. & Petersen, G. (1994). *Videobasierte Verhaltensstudien im Straßenverkehr*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 62-66.

Heß, M. & Schill, V. (1991). *Gestaltungsmaßnahmen in Ortseingangsbereichen und deren Einfluß auf das Fahrverhalten; Ein Experiment am Daimler-Benz Fahrsimulator*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 85-92.

Korda, C. (2000). *Neue Kriterien für die Bewertung der Sicherheit im Straßenverkehr mit Hilfe der Videoanalyse*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 3, pp. 116-123.

Maerz, N.H. & McKenna, S. (1999). *Surveyor; mobile highway inventory and measurement system*. In: Transportation Research Record 1690. Transportation Research Board, Washington D.C.

Miaou, S-P. & Lum, H. (1993). *Modelling vehicle accidents and highway geometric design relationships*. In: Accident Analysis and Prevention, No. 6, pp. 689-709.

Miller, J.S., Hoel, L.A., Kim, S. & Drummond, K.P. (2001). *Transferability of models that estimate crashes as a function of access management*. In:

## Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!

Transportation Research Record 1746. Transportation Research Board, Washington D.C.

Mountain, L., Fawaz, B. & Jarrett, D. (1995). *The influence of minor junctions on link accident frequencies*. In: Traffic Engineering + Control, December, pp. 673-679.

Riemersma, J.B.J., Horst, A.R.A. van der, Hoekstra, W., Alink, G.M.M. & Otten, N. (1990). *The validity of a driving simulator in evaluating speed-reducing measures*. In: Traffic Engineering + Control, July/August, pp. 416-420.

## Kruispunten

Allos, A.E. & Al-Hadithi, M.I. (1992). *Driver behaviour during onset of amber at signalised junctions*. In: Traffic Engineering + Control, May 1992, pp 312-317.

Ashworth, R. & Bottom, C.G. (1977). *Some observations of driver gap-acceptance behaviour at a priority intersection*. In: Traffic Engineering & Control, December 1977, pp. 569-571.

Bonneson, J.A. (1998). *Delay to major-street through vehicles due to right-turn activity*. In: Transportation Research, Part A, No. 2, pp. 139-148.

Brilon, W. & Wu, N. (1990). *Delays at fixed-time traffic signals under time-dependent traffic conditions*. In: Traffic Engineering + Control, December, pp. 623-631.

Brilon, W. (1997). *Sicherheit von Kreisverkehrsplätzen*. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Nr. 1, pp. 22-28.

Ceder, A. & Eldar, K. (2002). *Optimal distance between two branches of uncontrolled split intersection*. In: Transportation Research, Part A, No. 8, pp. 699-724.

Cooper, D.F., Storr, P.A. & Wennell, J. (1977). *Traffic studies at T-junctions; 4. The effect of speed on gap acceptance and conflict rate*. Traffic Engineering & Control, March 1977, pp. 110-112.

Crowe, E.C. (1990). *Traffic conflict values for three-leg, unsignalized intersections*. In: Transportation Research Record 1287. Transportation Research Board, Washington D.C.

Dissanayake, S., Lu, J.J., Castillo, N. & Yi, P. (2002). *Should direct left turns from driveways be avoided? A safety perspective*. In: ITE Journal, June, pp. 26-29.

Flannery, A. (2001). *Geometric design and safety aspects of roundabouts*. In: Transportation Research Record 1751. Transportation Research Board, Washington D.C.

Fleck, J.L. & Yee, B.M. (2002). *Safety evaluation of right turn on red*. In: ITE Journal, June, pp. 46-48.

**Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

- Golob, Th.F., Ruhl, B., Meurs, H. & Wissen, L. van (1988). *An ordinal multivariate analysis of accident counts as functions of traffic approach volume at intersections*. In: Accident Analysis & Prevention, Nr. 5, pp. 335-355.
- Hartz, B. (1995). *Geschichte der Kreisverkehrsplätze und ihrer Berechnungsverfahren*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 12, pp. 585-592.
- Hutchinson, T.P. (1995). *The continuous flow intersection; the greatest new development in traffic engineering since the traffic signal?* In: Traffic Engineering + Control, March, pp.156-157.
- Knapp, K.K. (1999). *Literature review of highway-railroad grade crossing sight distance conditions*. In: ITE Journal, November, pp. 32-37.
- Krause, K. (1994). *Die Anwendung des Grünpeils an Wechsellichtzeichen; Möglichkeiten und Grenzen der Neuregelung in der StVO*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 3, pp. 125-131
- Maia Seco, A.J. da (1991). *Analysis and evaluation of a T-junction working under the nearside priority rule*. Traffic Engineering + Control, July/August 1991, pp. 347-351.
- McCoy, P.T., Pesti, G., Byrd, P.S. & Singh, V.A. (2001). *Guidelines for opposing left-turn lane-line widths*. In: Transportation Research Record 1751. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Mountain, L., Fawaz, B. & Sineng, L. (1992b). *The assessment of changes in accident frequencies at treated intersections: a comparison of four methods*. In: Traffic Engineering + Control, February, pp. 80, 85-87.
- Persaud, B. & Nguyen, T. (1998). *Disaggregate safety performance models for signalized intersections on Ontario provincial roads*. In: Transportation Research Record 1635. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Persaud, B.N., Retting, R.A., Garder, P.E. & Lord, D. (2001). *Safety effect of roundabout conversions in the United States; empirical Bayes observational before-after study*. In: Transportation Research Record 1751. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Retting, R.A. & Greene, M.A. (1997). *Influence of traffic signal timing on red-light running and potential vehicle conflicts at urban intersections*. In: Transportation Research Record 1595. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Richter, Th. (1993). *Untersuchung zur Ermittlung von Unfallursachen an Knotenpunkten nach der Grundform IV*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 6, pp. 292-299.
- Richter, Th. (1994). *Vorher-Nachher-Untersuchungen an nachträglich signalisierten Knotenpunkten nach der Grundform IV*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 5, pp. 295-308.

## **Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

Schoon, C. & Minnen, J. van (1994). *The safety of roundabouts in the Netherlands*. In: Traffic Engineering + Control, March, pp. 142-148.

Slop, M. (1972). *Criteria voor het aanbrengen van verkeerslichten*. In: Verkeerstechniek, Nr. 9, pp. 404-409.

Slop, M. (1975). *Criteria voor het aanbrengen van verkeerslichten*. In: Verkeerskunde, Nr. 10, pp. 519-523.

Snelson, P. (1977). *Criteria for cycle signal installation*. In: Traffic Engineering & Control, November 1977, pp. 527-529.

Sturm, P. (1990). *Verkehrssicherheit an planfreien und teilweise planfreien Knotenpunkten von Außerortsstraßen*. In: Straße und Autobahn, Heft 6, pp. 241-246.

S.N. (2000). *What roundabout design provides the highest possible safety?* In: Nordic Road & Transport Research, Nr. 2, pp. 17-21.

Summersgill, I. (1988). *Accident predictive relations for some junction types in Great Britain*. In: Traffic management and road safety: Proceedings of Seminar B, held at the 16th PTRC European Transport & Planning Summer Annual Meeting, University of Bath, England, September 12-16, 1988, pp. 163-178.

Tanner, J.C. (1953). *Accidents at rural three-way junctions*. In: Journal of Institution of Highway Engineers, July.

Voß, H. (1994). *Zur Verkehrssicherheit innerörtlichen Knotenpunkte*. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Nr. 2, pp. 68-72.

Weerasuriya, S.A. & Pietrzyk, M.C. (1998). *Development of expected conflict value tables for unsignalized three-legged intersections*. In: Transportation Research Record 1635. Transportation Research Board, Washington D.C.

Wheeler, A. (1995). *Advanced Stop-Lines for cyclists; a simplified layout*. In: Traffic Engineering + Control, May 1995, pp. 283-289.

Wilson, A. (1982). *Criteria voor het plaatsen en verwijderen van verkeerslichten*. In: Verkeerskunde, Nr. 12, pp. 654-657.

## **Voetgangers**

Cresswell, C., Griffiths, J.D. & Hunt, J.G. (1977). *The optimal time setting of the green light signal in the Pelican crossing cycle*. In: Traffic Engineering & Control, May 1977, pp. 266-267.

Davis, G.A. (1998). *Method for estimating effect of traffic volume and speed on pedestrian safety for residential streets*. In: Transportation Research Record 1636. Transportation Research Board, Washington D.C.

Dernellis, A. & Ashworth, R. (1994). *Pedestrian subways in urban areas: some observations concerning their use*. In: Traffic Engineering + Control, January, pp. 14-18.

**Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

- Houten, R. van, Malenfant, J.E.L. & McCusker, D. (2001). *Advance yield markings; reducing motor vehicle-pedestrian conflicts at multilane crosswalks with uncontrolled approach*. In: Transportation Research Record 1773. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Jones, S.M. & Farmer, S.A. (1993). *Pedestrian ramps in central Milton Keynes: a case-study*. In: Traffic Engineering + Control, March, pp. 122-128.
- Jones, Th.L. & Tomcheck, P. (2000). *Pedestrian accidents in marked and unmarked crosswalks: a quantitative study*. September, pp. 42-46.
- Knoflacher, H. & Maier, R. (1989). *Welche Bedeutung haben Zeitverluste für Fußgänger bei queren von Straßen?* In: Straßenverkehrstechnik, Heft 5, pp. 182-184.
- Kwon, Y.-I., Morichi, S. & Yai, T. (1998). *Analysis of pedestrian behavior and planning guidelines with mixed traffic for narrow urban streets*. In: Transportation Research Record 1636. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Leden, L. (2002). *Pedestrian risk decrease with pedestrian flow; a case study based on data from signalized intersections in Hamilton, Ontario*. In: Accident Analysis and Prevention, Vol. 34, Nr. 4, pp. 457-464.
- McMahon, P.J., Duncan, C., Stewart, J.R., Zegeer, C.V. & Khattak, A.J. (1999). *Analysis of factors contributing to 'walking along roadway' crashes*. In: Transportation Research Record 1674. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Mennicken, C. (1999). *Sicherheits- und Einsatzkriterien für Fußgängerüberwege*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 8, pp. 368-375.
- Pasanen, E. & Salmivaara, H. (1993). *Driving speeds and pedestrian safety in the city of Helsinki*. In: Traffic Engineering + Control, June, pp. 308-310.
- Thompson, S.J., Heyden, S.J. & Charnley, C.B. (1990). *Pedestrian refuge schemes in Nottingham*. In: Traffic Engineering + Control, March, pp. 118-123.
- Vieth, B. (1989). *Erfahrungen mit Rotlicht-Fußgängerschutzanlagen im Bereich der hessischen Straßenbauverwaltung*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 4, pp. 147-150.
- Wall, G. (2000). *Road markings to improve pedestrian safety at crossings*. In: Traffic Engineering + Control, April, pp. 136-140.
- Zegeer, C.V., Stewart, J.R., Huang, H. & Lagerwey, P. (2001). *Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations; analysis of pedestrian crashes at 30 locations*. In: Transportation Research Record 1773. Transportation Research Board, Washington D.C.

## Fietsers

- Allen, D.P., Roupail, N., Hummer, J.E. & Milazzo II, J.S. (1998). *Operational analysis of uninterrupted bicycle facilities*. In: Transportation Research Record 1636. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Alrutz, D., Gründel, D., Angenendt, W. & Draeger, W. (2002). *Verkehrssicherheit in Einbahnstraßen mit gegengerichtetem Radverkehr*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 6, pp. 296-302.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1993). *Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclists are involved. How well do they fit?* In: Accident Analysis & Prevention, Vol. 25, No. 5, pp. 499-509.
- Case, R.B. (1995). *A cost model for bikeways*. In: Transportation Research Record. No. 1502. Bicycle and Pedestrian Research. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Gårder, P., Leden, L. & Pulkkinen, U. (1998). *Measuring the safety effect of raised bicycle crossings using a new research methodology*. In: Transportation Research Record 1636. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Haag-Bingemann, H. & Hupfer, C. (1996). *Vorher-Nachher-Untersuchung: "Suggestivstreifen" für den Radverkehr*. In: Internationales Verkehrswesen, Nr. 7/8, pp. 37-44.
- Henson, R. (1992). *Layout and design factors affecting cycle safety at T-junctions*. In: Traffic Engineering + Control, October, pp. 548-551.
- Hülßen, H. (1994). *Unfälle mit Radfahrern*. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Nr. 3, pp. 107-113.
- Hunter, W.W., Stewart, J.R. & Stutts, J.C. (1999). *Study of bicycle lanes versus wide curb lanes*. In: Transportation Research Record 1674. Transportation Research Board, Washington D.C.
- Lines, C.J. (1995). *Cycle accidents at signalised roundabouts*. In: Traffic Engineering + Control, February, pp. 74-77.
- Macbeth, A.G. (1999). *Bicycle lanes in Toronto*. In: ITE Journal, April, pp. 38-46.
- Räsänen, M., Summala, H. & Pasanen, E. (1998). *The safety effect of sight obstacles and road-markings at bicycle crossings*. In: Traffic Engineering + Control, February, pp. 98-102.
- Robatsch, K. & Stratil-Sauer, G. (2002). *Mehrzweckstreifen – Radverkehrsführung auf schmalen Fahrbahnen*. In: Internationales Verkehrswesen, No. 6, pp. 2277-282.
- Schwär, D. (1988). *Radfahrstreifen an der Fahrbahn bei beengten, zwei-streifigen Straßen*. In: Roads and Traffic 2000, International Road and Traffic Conference, September 6-9, Berlin.



## Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!

Taylor, D. & Davis, W.J. (1999). *Review of basic research in bicycle traffic science, traffic operations, and facility design*. In: Transportation Research Record 1674. Transportation Research Board, Washington D.C.

Visser, C. (1976). *Fietspaden niet altijd even veilig*. In: Verkeerskunde, Nr. 10, pp. 492-494.

### Netwerk/Wegvakken en kruispunten tezamen

Dijkstra, A. (1996). *De kracht van oude concepten. Structuur van duurzame veilige wegnetten in stedelijke gebieden*. In: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 1996. A.M.T. Mouwen, N. Kalfs & B. Govers. Beheersbare mobiliteit: een utopie? C.V.S., Delft.

Jadaan, K.S. & Nicholson, A.J. (1992). *Relationships between road accidents and traffic flows in an urban network*. In: Traffic Engineering & Control. Vol. 33. No. 9. pp. 507-511.

Tsohis, G., Pitsiava-Latinopoulou, M. & Basbas, S. (1998). *Der Einfluß der Größe und der Charakteristika von Stadtteilen auf die Verkehrssicherheit*. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, No. 3, pp. 107-111.

### Wegbermen/Roadside

Bateman, M.B., Howard, I.C., Johnson, A.R. & Walton, J.M. (1998). *Model of the performance of a roadway safety fence and its use for design*. In: Transportation Research Record 1647. Transportation Research Board, Washington D.C.

Cleveland, D.E. (1978). *Macroscopic modeling of two-lane rural roadside accidents*. In: Transportation Research Record 681. Transportation Research Board, Washington D.C.

Council, F.M. & Stewart, J.R. (1996). *Severity indexes for roadside objects*. In: Transportation Research Record 1528. Transportation Research Board, Washington D.C.

Ellmers, U. (2000). *Erfüllen die deutschen Schutzeinrichtungen an Straßen die europäischen Anforderungen?* In: Straßenverkehrstechnik, Heft 4, pp. 175-181.

Elvik, R. (1995). *The safety value of guardrails and crash cushions: a meta-analysis of evidence from evaluation studies*. In: Accident Analysis and Prevention, No. 4, pp. 523-549.

Hall, J.W. & Mulinazzi, T.E. (1978). *Roadside hazard model*. In: Transportation Research Record 681. Transportation Research Board, Washington D.C.

Khasnabis, S, Naseer, M., Baig, M.F. & Opiela, K.S. (1999). *Roadside safety analysis program as a tool for economic evaluation of roadside safety projects*. In: Transportation Research Record 1690. Transportation Research Board, Washington D.C.

**Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

Mak, K.K., Sicking, D.L. & Zimmerman, K. (1998). *Roadside safety analysis program; A cost-effectiveness analysis procedure*. In: Transportation Research Record 1647. Transportation Research Board, Washington D.C.

Mak, K.K. (1995). *Safety effects of roadway design decisions - roadside*. In: Transportation Research Record 1512. Transportation Research Board, Washington D.C.

Mak, K.K., Bligh, R.P. & Ross Jr., H.E. (1995). *Clear zone requirements for suburban highways*. In: Transportation Research Record 1500. Transportation Research Board, Washington D.C.

McCoy, P.T., Ramanujam, M., Moussavi, M. & Ballard, J.L. (1990). *Safety comparison of types of parking on urban streets in Nebraska*. In: Transportation Research Record 1270. Transportation Research Board, Washington D.C.

McGinnis, R.G. (1999). *Reexamination of roadside encroachment data*. In: Transportation Research Record 1690. Transportation Research Board, Washington D.C.

Meewes, V. & Eckstein, K. (2000). *Hohe Sicherheitsgewinne durch Vermeidung von Baum-Unfällen möglich*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 12, pp. 621-625.

Miaou, S.-P. (1997). *Estimating vehicle roadside encroachment frequencies by using accident prediction models*. In: Transportation Research Record 1599. Transportation Research Board, Washington D.C.

Mintsis, G. & Pitsiava-Latinopoulou, M. (1990). *Traffic accidents with fixed roadside obstacles: a study of the Greek rural road network*. In: Traffic Engineering + Control, May, pp. 306-311.

Ogden, K.W. (1997). *The effects of paved shoulders on accidents on rural highways*. In: Accident Analysis and Prevention, No. 3, pp. 353-362.

S.N. (1998). *Fixed roadside objects cause 100 fatalities each year*. In: Nordic Road and Transport Research, Nr. 1, pp. 13-15

Turner, D.S. & Barnett, T. (1989). *Case study: poles in the urban clear zone*. In: Transportation Research Record 1233. Transportation Research Board, Washington D.C.

Vollpracht, H.-J. (2000). *'Low-Cost-Measures' gegen Baum-Unfälle in Brandenburg*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 12, pp. 626-629.

**Markering**

Assing, K. (1998). *Fahrbahnmarkierungen und Verkehrssicherheit - Literaturübersicht*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 7, pp. 356-361.

Brühning, E. (1998). *Mehr Sicherheit durch Fahrbahnmarkierungen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 7, pp. 351-355.

## Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!

Meseberg, H.-H. (1998). *Tatsächliche und notwendige Sichtweite von Fahrbahnmarkierungen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 8, pp. 392-397.

Plant, J. (1995). *Raised-rib road-markings: research into the safety implications*. In: Traffic Engineering + Control, May, pp. 277-281.

Schönborn, H.D. (1992). *Die Markierung von Straßen, unverzichtbar für die Verkehrssicherheit!* In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, No. 1, pp. 19-27.

Schönborn, H.D. (1993). *Markierungen und Verkehrssicherheit*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 6, pp. 300-307.

Zeplin, W.P. (1996). *Fahrbahnmarkierung in Europa; Anforderungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 4, pp. 172-180.

## Verblijfsgebieden

---

## Alignment/Design consistency

Abdelwahab, W.M., Aboul-Ela, M.T. & Morrall, J.F. (1997). *Geometric design consistency based on speed change on horizontal curves*. In: Road and Transport Research, No. 1, pp. 13-23.

Akinyemi, E.O., Papendrecht, J.H. & Botma, H. (1990). *A case-study of the relationship of geometric design strategies to the capacity characteristics of two-lane rural highways*. In: Traffic Engineering + Control, July/August, pp. 426-430.

Al-Masaeid, H.R., Hammory, K.K. & Al-Oman, B.H. (1999). *Consistency of horizontal alignment under adverse weather conditions*. In: Road & Transport Research, No. 3, pp. 55-67.

Clarkson, H. & Oglesby, H.M. (1985). *Consistency in design for low-volume rural roads*. In: Journal of Transportation Engineering, No. 5, pp. 510-519.

Craus, J., Polus, A., Livneh, M. & Reshetnik, I. (1995). *Evaluation and improvement of low-volume roads*. In: Road and Transport Research, No. 4, pp. 104-119.

Guikink, D., Turkstra, A. & Stoffelsen, R.J. (1999). *Integrale aanpak verhoogt inzicht bij wegbeeldonderzoek*. In: Wegen, Nr. 5, pp. 8-11.

Hassan, Y, Easa, S.M. & El Halim, A.O.A. (1998). *Highway Alignment; three-dimensional problem and three-dimensional solution*. In: Transportation Research Record 1612. Transportation Research Board, Washington D.C

Hocherman, I., Hakkert, A.S. & Bar-Ziv, J. (1990). *Safety of one-way urban streets*. In: Transportation Research Record 1270. Transportation Research Board, Washington D.C

## Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!

Kockelke, W. (1996). *Überprüfung der Steigungsklassensystematik zum Nachweis der Verkehrsqualität auf zweistreifigen Außerortsstraßen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 53-56.

Krammes, R.A. & Glascock, S.W. (1992). *Geometric inconsistencies and accident experience on two-lane rural highways*. In: Transportation Research Record 1356. Transportation Research Board, Washington D.C.

Krammes, R.A. (1997) *Interactive Highway Safety Design Model: Design consistency module*. In: Public Roads. Sept./Oct. pp. 47-51.

Krammes, R.A., Rao, K.S. & Oh, H. (1995). *Highway geometric design consistency evaluation software*. In: Transportation Research Record 1500. Transportation Research Board, Washington D.C.

Kühn, W. (1999a). *Ansätze zur Entwicklung einer räumlichen Entwurfsmethode für Straßen in bebauten Gebieten. Teil 1: DITRA - Ein rechnergestütztes Entwurfsverfahren für Straßen im Lageplan*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 11, pp. 558-563.

Kühn, W. (1999b). *Ansätze zur Entwicklung einer räumlichen Entwurfsmethode für Straßen in bebauten Gebieten. Teil II: Entwurfstechnische Kontrollgröße zur Beurteilung einer mathematischen Trasse im Lageplan*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 12, pp. 617-621.

Kühn, W. (2000). *Ansätze zur Entwicklung einer räumlichen Entwurfsmethode für Straßen in bebauten Gebieten. Teil III: RAUTRA - Eine räumliche Trassierungsmethodik für Straßen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 1, pp. 26-33.

Lamm, R., Guenther, A.K. & Choueiri, E.M. (1995). *Safety module for highway geometric design*. In: Transportation Research Record 1512. Transportation Research Board, Washington D.C.

Lamm, R., Hayward, J.C. & Cargin, J.G. (1986). *Comparison of different procedures for evaluating speed consistency*. In: Transportation Research Record 1100. Transportation Research Board, Washington D.C.

Leisch, J.E. & Leisch, J.P. (1977). *New concepts in design-speed application*. In: Transportation Research Record 631. Transportation Research Board, Washington D.C.

Lippold, C. (1996). *Weiterentwicklung der Relationstrassierung von Landstraßen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 4, pp. 165-171.

Lippold, C. (1999). *Zur Geschwindigkeit V85 als Projektierungsgröße im Straßenentwurf*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 1, pp. 11-19.

## Bogen/bochten

Andjus, V. & Maletin, M. (1998). *Speeds of cars on horizontal curves*. In: Transportation Research Record 1612. Transportation Research Board, Washington D.C.

## **Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

Chowdhury, M.A., Warren, D.L., Bissell, H. & Taori, S. (1998). *Are the criteria for setting advisory speeds on curves still relevant?* In: ITE Journal, February, pp. 32-45.

Council, F.M. (1998). *Safety benefits of spiral transitions on horizontal curves on two-lane rural roads.* In: Transportation Research Record 1635. Transportation Research Board, Washington D.C.

Felipe, E. & Navin, F. (1998). *Automobiles on horizontal curves; Experiments and observations.* In: Transportation Research Record 1628. Transportation Research Board, Washington D.C.

Fink, K.L. & Krammes, R.A. (1995). *Tangent length and sight distance effects on accident rates at horizontal curves on rural two-lane highways.* In: Transportation Research Record 1500. Transportation Research Board, Washington D.C.

Fitzpatrick, K, Shamburger, C.B., Krammes, R.A. & Fambro, D.B. (1997). *Operating speed on suburban arterial curves.* In: Transportation Research Record 1579. Transportation Research Board, Washington D.C.

Hauer, E. (1999). *Safety and the choice of degree of curve.* In: Transportation Research Record 1665. Transportation Research Board, Washington D.C.

Kanellaidis, G. (1999). *Road curve superelevation design: current practices and proposed research.* In: Road & Transport Research, No. 2, pp. 27-38.

Kanellaidis, G., Golias, J. & Efstathiadis, S. (1990). *Drivers' speed behaviour on rural road curves.* In: Traffic Engineering + Control, July/August, pp. 414-415.

McLean, J.R. (1995). *An international comparison of curve speed prediction relations.* In: Road & Transport Research, No. 3, pp. 6-15.

Spacek, P. (1999). *Spurverhalten und Unfallgeschehen in Kurven.* In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 68-75.

Stewart, D. & Chudworth, C.J. (1990). *A remedy for accidents at bends.* In: Traffic Engineering + Control, February, pp. 88-93.

Zakowska, L. (1999). *Road curve evaluation based on road view perception study.* In: Transportation Research Record 1689. Transportation Research Board, Washington D.C.

## **Rijsnelheid**

Baruya, A., Finch, D.J. & Wells, P.A. (1999). *A speed-accident relationship for European single-carriageway roads.* In: Traffic Engineering + Control, March, pp. 135-139.

Farouki, O.T. & Nixon, W.J. (1976). *The effect of the width of suburban roads on the mean free speeds of cars.* In: Traffic Engineering & Control, December, pp. 518-519.

**Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

Göttsche, J. (1988). *Untersuchungen zur Anwendbarkeit schmaler/überbreiter Fahrstreifen in städtischen Hauptstraßen - die fast vierstreifige Stadtstraße*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 1, pp. 17-22.

Hauger, G. (1997a). *Geschwindigkeitsverhalten im motorisierten Individualverkehr auf Innerortsstraßen; Teil 1: Methodischer und konzeptioneller Lösungsansatz zur empirischen Erfassung des Geschwindigkeitsverhaltens auf verschiedener Straßentypen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 11, pp. 542-551.

Hauger, G. (1997b). *Geschwindigkeitsverhalten im motorisierten Individualverkehr auf Innerortsstraßen; Teil 2: Verkehrliche städtebauliche und straßenfunktionelle Einflußparameter auf das Geschwindigkeitsverhalten*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 12, pp. 602-607.

Homan, W. & Papendrecht, J.H. (1983). *Effect van voorrangregeling op rij snelheden en oversteekgedrag*. In: Verkeerskunde, nr. 6, pp. 305-310.

Kockelke, W. (1991). *Geschwindigkeitsmessungen an Rechts-vor-Links geregelten Knoten in Tempo 30-Zonen*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 4, pp. 169-172.

Lamm, R., Choueiri, E.M. & Mailaender, Th. (1990). *Comparison of operating speeds on dry and wet pavements of two-lane rural highways*. In: Transportation Research Record 1280. Transportation Research Board, Washington D.C.

Linang, W.L., Kyte, M., Kitchener, F. & Shannon, P. (1998). *Effect of environmental factors on driver speed; A case study*. In: Transportation Research Record 1635. Transportation Research Board, Washington D.C.

Lines, C.J. (1993). *Road humps for the control of vehicle speeds*. In: Traffic Engineering + Control, January, pp. 2-7.

Maier, R. & Meewes, V. (1990). *Fahrbahnbreite und Geschwindigkeitsverhalten*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 49- 54.

Meewes, V. (1989). *Geschwindigkeiten in Erschließungsstraßen; Möglichkeiten der Dimensionierung*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 48-58.

Meschik, M. (1990). *Der Einfluß der Straßengestaltung auf die Lebensqualität in Ortsgebieten*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 4, pp. 151-155.

Retzko, H.-G. & Korda, C. (2000). *Auswirkungen unterschiedlicher zulässiger Höchstgeschwindigkeiten auf städtischen Verkehrsstraßen - Ein Beitrag zur Tempo 30-Diskussion*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 2, pp. 57-64.

Robertson, D.I., Winnett, M.A. & Herrod, R.T. (1992). *Acceleration signatures*. In: Traffic Engineering + Control, September, pp. 485-489.

**Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

Sayed, T., Vahidi, H. & Rodriguez, F. (1999). *Advance warning flashers; do they improve safety?* In: Transportation Research Record 1692. Transportation Research Board, Washington D.C.

Schleicher-Jester, F. (1996). *Verkehrsablauf in innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen bei verschiedenen Geschwindigkeiten*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 9, pp. 417-426.

Wheeler, A. & Taylor, M. (1995). *Reducing speeds in villages: the VISP study*. In: Traffic Engineering + Control, April, pp. 213-219.

**Dwarsprofiel**

Barrell, J., Ghee, C. & Silcock, D. (1995). *The case for 2+1 layouts*. In: Traffic Engineering + Control, September, pp. 494-497.

Bonneson, J.A. & McCoy, P.T. (1998). *Median treatment selection for existing arterial streets*. In: ITE Journal, March, pp. 26-34.

Garner, G.R. & Deen, R.C. (1973). *Elements of median design in relation to accident occurrence*. In: Transportation Research Record 432. Transportation Research Board, Washington, D.C.

Linder, Th. (1989). *Einbahnige Zwischenquerschnitte*. In: Straßenverkehrstechnik, Heft 6, pp. 222-229.

## Bijlage 3.2      Rapporten en boeken, naar onderwerp

### Methodologie en statistiek

Hauer, E. (1997). *Observational before-after studies in road safety; Estimating the effect of highway and traffic engineering measures on road safety*. Elsevier Science Ltd., Oxford.

### Instrumentarium/Tools

Harwood, D.W., Council, F.M., Hauer, E., Hughes, W.E. & Vogt, A. (2000). *Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways*. FHWA-RD-99-207. Federal Highway Administration. Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean VA.

Opiela, K.S., McGee, H.W., Hughes, W.E. & Daily, K. (1995). *Relationships between highway safety and geometric design*. Transportation Research Board, Washington D.C.

### Voetgangers

---

### Kruispunten

CROW (1997b). *Kruispunten buiten de bebouwde kom; aanbevelingen voor toepassing middengeleiders*. Publicatie no. 115. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

Hummel, T. (1998). *Nader onderzoek uitritconstructies en voorrangskruisingen*. R-98-10. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.

Kulmala, R. (1995). *Safety at rural three- and four-arm junctions. Development and application of accident prediction models*. Ph.D. Thesis. Helsinki University of Technology & Technical Research Centre of Finland VTT, Espoo.

Layfield, R.E., Summersgill, I., Hall, R.D. & Chatterjee, K. (1996). *Accidents at urban priority crossroads and staggered junctions*. TRL report 185. Transport Research Laboratory, Crowthorne.

Minnen, J. van (1995). *Rotondes en voorrangsregelingen*. R-95-58. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.

Minnen, J. van & Catshoek, J.W.D. (1997). *Uniformering voorrangsregeling*. R-97-24. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.



## Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!

Pickering, D., Hall, R.D. & Grimmer, M. (1986). *Accidents at rural T-junctions*. Research Report 65. Transportation and Road Research Laboratory, Crowthorne.

ROA (1993). *Richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen. Hoofdstuk IV: knooppunten en aansluitingen*. Rijkswaterstaat. SDU Uitgeverij, Den Haag.

RONA (1986b). *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom; Voorlopige richtlijnen. Hoofdstuk III: kruispunten*. Commissie RONA. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Schnüll, R., Haller, W. & von Lübke, H. (1992a). *Sicherheitsanliegen bei der Umgestaltung von Knotenpunkten in Städten*. Forschungsbericht Nr. 253. Bundesanstalt für Straßenwesen BASt, Bergisch Gladbach.

Summersgill, I., Kennedy, J.V. & Baynes, D. (1996). *Accidents at three-arm priority junctions on urban single-carriageway roads*. TRL report 184. Transport Research Laboratory, Crowthorne.

Taylor, M.C., Hall, R.D. & Chatterjee, K. (1996). *Accidents at 3-arm traffic signals on urban single-carriageway roads*. TRL report 135. Transport Research Laboratory, Crowthorne.

## Fietsers

AGV (1994). *Evaluatie Fietsroutenetwerk Delft, thema verkeersveiligheid*. AGV Adviesgroep Verkeer en Vervoer, Nieuwegein.

AGV (1996). *Ontwerp Regionaal Verkeers- en Vervoerplan RVVP*. (in opdracht van Samenwerkingsverband Regio Eindhoven SRE. AGV Adviesgroep voor Verkeer en Vervoer bv. Samenwerkingsverband Regio Eindhoven SRE, Eindhoven).

Angenendt, W., Bader, J., Butz, T., Cieslik, B., Draeger, W., Friese, H., Klöckner, D., Lenssen, M. & Wilken, M. (1993). *Verkehrssichere Anlage und Gestaltung von Radwegen*. Bericht zum Forschungsprojekt 4.70277 des Bundesministers für Verkehr. Verkehrstechnik Heft V 9. , Bundesanstalt für Straßenwesen BASt, Bergisch Gladbach.

Brüde, U. & Larsson, J. (1996). *The safety of cyclists at roundabouts. A comparison between Swedish, Danish and Dutch results*. VTI Meddelande. No. 810A. VTI Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.

Bürgler, S. & Lindenmann, H.P. (1994). *Ausgeweitete Radstreifen bei Lichtsignalgesteuerten Knoten: Untersuchung des Verkehrsablaufes und der Verkehrssicherheit*. Eidgenössische Technische Hochschule ETH, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau IVT, Zürich.

CROW (1993b). *Tekenen voor de fiets: ontwerpwijzer voor fietsvriendelijke infrastructuur*. Publicatie no. 74. Stichting Centrum voor Regelgeving en

**Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek  
C.R.O.W, Ede.

CROW (1996a). *ASVV Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*. Publicatie no. 110. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (1996b). *Plaats maken voor de fiets: leidraad voor parkeren en stallen*. Publicatie no. 98. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (1997a). *Handboek Categorisering wegen op duurzaam veilige basis; Deel I. (Voorlopige) Functionele en operationele eisen*. Publicatie no. 116. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede

Dijkstra, A. (1997). *Ontwikkelingen in de kennis over de fiets en fietsvoorzieningen*. R-97-38. SWOV, Leidschendam.

FGSV (1982). *Empfehlungen für Planung, Entwurf und Betrieb von Radverkehrsanlagen*. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV, Köln.

FGSV (1997). *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen ERA 95*. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV, Köln.

Hagenzieker, M.P. (1994). *Bicycle facilities at intersections: a review of the guidelines in Denmark, The Netherlands, United Kingdom, and Germany*. Annex IX to SWOV-report 'Safety effects of road design standards', R-94-7. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam

Hansen, F. (1995). *Cyclists' safety in Europe: a comparison between selected European studies*. Working Paper. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning RFT (Danish Council for Road Safety Research), Gentofte

Herrstedt, L., Nielsen, M.A., Agútsson, L., Lei Krogsgaard, K.M., Jørgensen, E. & Jørgensen, N.O. (1994). *Safety of cyclists in urban areas: Danish experiences*. Danish Road Directorate DRD, Copenhagen.

HUK (1982). *Radverkehrsanlagen. Empfehlungen der Beratungsstelle für Schadenverhütung Nr. 3. HUK Verband der Autoversicherer, Köln*. In: J.M. Jager (ed.). Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 1994. Implementatie van beleid. De moeizame weg van voornemen naar actie. CVS, Delft. pp. 937-956.

Jensen, S.U. & Nielsen, M.A. (1999). *Sikkerhedseffekter af nye vejudformninger for cyklister*. Notat nr. 63. Vejdirektoratet, København.

Louisse, C.J., Grotenhuis, D.H. ten & Vliet, J.M.C. van (1994). *Evaluatie Fietsroutenetwerk Delft: lessen en leergeld voor integraal stedelijk beleid*.

## **Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

Morgan, J.M. (1993). *Toucan crossings for cyclists and pedestrians. Project Report 47*. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne.

Nielsen, E.D., Andersen, K.V. & Lei, K.M. (1996). *Trafiksikkerhedseffekten af cykelbaner i byområder*. Rapport 50. Vejdirektoratet, Copenhagen.

Projectgroep Masterplan Fiets (1996). *Meer en veilig: de stand van zaken*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal voor het Vervoer, Den Haag.

Rauh, W. (1995). *Strassen zum Radfahren*. Wissenschaft & Verkehr 2/95. VCÖ Verkehrsclub Österreich, Wenen.

RWS (1979). *Onderzoek naar de relatie tussen de weg- en verkeerskenmerken en de ongevalkans van (brom)fietsverkeer langs wegvakken buiten de bebouwde kom*. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, Den Haag

RWS Infralab (1995). (Groot, R. de, red.). *Langzaam rijden gaat sneller*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Project InfraLab, Bewerking van het rapport Langzaam rijden gaat sneller, geschreven door H. Tromp en J. van den Bosch. In: Wegwijzer 2000+, nr 4.

Schnüll, R., Lange, J., Fabian, I., Kölle, M., Schütte, F., Alrutz, D., Fichtel, H.W., Stellmacher-Hein, J., Brückner, T. & Meyhöfer, H. (1992b). *Sicherung von Radfahrern an städtischen Knotenpunkten*. Bericht zum Forschungsprojekt 8925 der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt Nr. 262. Bundesanstalt für Straßenwesen BASt, Bergisch Gladbach.

Slop, M. & Minnen, J. van (1994). *Duurzaam-veilig voetgangers- en fietsverkeer*. R-94-67. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

VDS (1995). *Radverkehrsanlagen. Einführung zu den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)*. Beratungsstelle für Schadenverhütung. Verband der Schadenversicherer e.V, Köln.

Welleman, A.G. & Dijkstra, A. (1988). *Veiligheidsaspecten van stedelijke fietspaden*. R-88-20. SWOV, Leidschendam.

## **Netwerk/Wegvakken en kruispunten tezamen**

---

## **Wegbermen/Roadside**

Graham, J.L. & Harwood, D.W. (1982). *Effectiveness of clear recovery zones*. National Cooperative Highway Research program. Report 247. Transportation Research Board, Washington D.C.

Schoon, CC. & Bos, J.M.J. (1983). *Boomongevallen; Een verkennend onderzoek naar de frequentie en ernst van botsingen tegen obstakels in relatie tot de breedte van de obstakelvrije zone*. R-83-23. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

## Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!

TRB (1987). *Designing safer roads. Practices for Resurfacing, Restoration, and Rehabilitation*. Special Report 214. Transportation Research Board, Washington D.C.

### Markering

---

### Verblijfsgebieden

Bos, J.M.J. & Dijkstra, A. (1998). *Road safety effects of small-scale infrastructural measures with emphasis on pedestrian safety*. A-98-17. SWOV, Leidschendam

Minnen, J. van (1998). *Verblijfsgebieden. Tussenrapport 1. Voorbereiding, literatuurstudie en keuze van criteria voor de theoretische benadering*. SWOV, Leidschendam.

Vis, A.A. & Kaal, I. (1993). *De veiligheid van 30 km/uur-gebieden*. R-93-17. SWOV, Leidschendam.

### Alignment/Design consistency

Alexander, G.H. & Lunenfeld, H. (1990). *A user's guide to positive guidance. (Third edition)*. U.S. Department of Transport. Federal Highway Administration, Washington D.C.

Fitzpatrick, K., Elefteriadou, L., Harwood, D.W., Collins, J.M., McFadden, J., Anderson, I.B., Krammes, R.A., Irizarry, N., Parma, K.D., Bauer, K.M. & Passetti, K. (2000). *Speed prediction for two-lane rural highways*. FHWA-RD-99-171. Federal Highway Administration. Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean VA.

Fitzpatrick, K., Wooldridge, M.D., Tsimhoni, O., Collins, J.M., Green, P., Bauer, K.M., Parma, K.D., Koppa, R., Harwood, D.W., Anderson, I., Krammes, R.A. & Poggioli, B. (2000). *Alternative design consistency rating methods for two-lane rural highways*. FHWA-RD-99-172. Federal Highway Administration. Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean VA.

Lamm, R., Pasarianos, B. & Mailaender, Th. (1999). *Highway design and traffic safety engineering handbook*. McGraw-Hill, New York.

RONA (1989). *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom; Voorlopige richtlijnen. Hoofdstuk IV: alignment*. Commissie RONA. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Theeuwes, J. & Godthelp, J. (1992). *Begrijpelijkheid van de weg*. TNO-rapport IZF 1992 C-8. TNO Instituut voor Zintuigfysiologie, Soesterberg.

### Bogen/bochten

---

## Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!

### Rijsnelheid

Herberg, K.-W. (1978). *Bedingungen für das Geschwindigkeitsverhalten in Stadtstraßen*. Verlag TÜV, Rheinland

Taylor, M.C., Lynam, D.A. & Baruya, A. (2000). *The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents*. TRL Report 421. Transport Research Laboratory, Crowthorne.

### Dwarsprofiel

Harwood, D.W. (1986). *Multilane design alternatives for improving suburban highways*. National Cooperative Highway Research program. Report 282. Transportation Research Board, Washington D.C.

Klein, G. & Schweig, K.-H. (1991). *Sicherheit städtischer Hauptverkehrsstraßen mit vier oder mehr schmalen Fahrstreifen*. Grüne Reihe. Nr. 19. Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern

McLean, J. (1997). *Review of accidents and urban arterial cross-section treatments*. Research Report. ARR 309. ARRB Transport Research, Vermont South, Victoria.

Pol, W.H.M. van de & Janssen, S.T.M.C. (1998). *Scheiding rijrichtingen op rondweg Oostburg*. R-98-21. SWOV, Leidschendam.

RONA (1986a). *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom; Voorlopige richtlijnen. Hoofdstuk II: dwarsprofiel*. Commissie RONA. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Schnüll, R., Johannsmeier, R., Albers, A., Etzold, P., Kloppe, U., Sporbeck, J. & Wilms, A. (1999). *Führung von Nahverkehrszeugen in Hauptverkehrsstraßen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*. Heft V62. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

V&W (1987). *Parkeren en verkeersveiligheid; aanbevelingen*. Directie Verkeersveiligheid. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

### Divers

Brindle, R. (1998). *Relationship between accidents and access conditions*. Research Report ARR 320. ARRB Transport Research Ltd, Vermont South (Victoria, Australia).

CROW (1993a). *Uitritten*. Publicatie no. 68. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W, Ede.

CROW (1995). *Kenmerken van gevaarlijke situaties op verkeersaders en 80 km/uur-wegen*. CROW, Ede.

CROW (2002a). *Handboek Wegontwerp; Gebiedsontsluitingswegen*. CROW Kenniscentrum voor verkeer en vervoer, Ede.

**Zie blz. 58-70 voor de alfabetische lijst met referenties!**

CROW (2002b). *Handboek Wegontwerp; Erftoegangswegen*. CROW Kenniscentrum voor verkeer en vervoer, Ede.

Dijkstra, A. (1998). *Oriëntatie op kwantitatieve relaties tussen elementen van het wegontwerp en indicatoren voor verkeersonveiligheid*. R-98-49. SWOV, Leidschendam

ERSF (1996). *Technical guide on road safety for interurban roads (INTERSAFE)*. European Road Safety Federation, Brussels.

Fee, J.A., Beatty, R.L., Dietz, S.K., Kaufman, S.F. & Yates, J.G. (1970). *Interstate System Accident Research Study-1*. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration, Washington D.C.

Hiersche, E.-U. & Taubmann, A. (1987). *Untersuchungen über Unfallraten in Abhängigkeit von Straßen- und Verkehrsbedingungen innerhalb bebauter Gebiete*. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 538, Bundesminister für Verkehr, Bonn.

Janssen, S.T.M.C. (1988). *De verkeersonveiligheid van wegtypen in 1986 en 2010*. R-88-3. SWOV, Leidschendam.

Janssen, W.H., Claessens, F.M.M. & Muermans, R.C. (1999). *Vormgeving van duurzaam-veilige wegcategorieën: evaluatie van 'self explaining' kenmerken*. TNO-Technische Menskunde, Soesterberg.

Koornstra, M.J., Mathijssen, M.P.M, Mulder, J.A.G., Roszbach, R. & Wegman, F.C.M. (1992). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010*. SWOV, Leidschendam.

Li, J. (1993). *Study of access and accident relationships*. Highway Safety Branch. Ministry of Transportation and Highways, Victoria (British Columbia, Canada).

Schagen, I.N.L.G. van (SWOV), Dijkstra, A. (SWOV), Claessens, F.M.M. (TNO-TM) & Janssen, W.H. (TNO-TM) (1998). *Herkenning van duurzaam-veilige wegcategorieën. Selectie van potentieel relevante kenmerken en uitwerking van de onderzoeksopzet*. SWOV, Leidschendam.

Schreuder, D.A. (1996). *Openbare verlichting voor verkeer en verkeersveiligheid*. Kluwer, Deventer

Summersgill, I. & Layfield, R.E. (1996). *Non-junction accidents on urban single-carriageway roads*. TRL Report 183, Transport Research Laboratory, Crowthorne

SVT (1986). *ASVV Aanbevelingen voor stedelijke verkeersvoorzieningen*. Studiecentrum Verkeerstechniek, Driebergen.