

● interim-rapportage over de uitkomsten van onderzoek naar het functioneren van de vormgeving met behulp van gedragsobservaties en enquêtes

## Evaluatie van vormgeving van de demonstratie fietsroutes in Den Haag en Tilburg

ir. A. R. A. van der Horst  
 Instituut voor Zintuigfysiologie - TNO  
 ir. A. Wilmink  
 Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde

In de artikelenreeks over de onderzoeken die zijn uitgevoerd ten behoeve van de evaluatie van de demonstratie fietsroutes in Den Haag en Tilburg, volgt thans een artikel over de eerste uitkomsten van het onderzoek naar de „vormgeving” van de fietsroutes.

In dit artikel wordt ingegaan op de achtergronden, de opzet en de resultaten van de afzonderlijke deelonderzoeken die worden uitgevoerd in het kader van het „vormgevingsonderzoek”.

Meer in detail wordt ingegaan op resultaten die het deelonderzoek „gedragswaarnemingen” tot nu toe heeft opgeleverd.

Dit deelonderzoek, dat is uitgevoerd op de niet met verkeerslichten geregelde kruispunten van de fietsroutes, werd in opdracht van de Dienst Verkeerskunde van de Rijkswaterstaat uitgevoerd door het Instituut voor Zintuigfysiologie-TNO te Soesterberg. Momenteel zijn nog niet alle onderzoeksresultaten beschikbaar. Daarom kan pas in een later stadium worden gerapporteerd over de geïntegreerde resultaten.

In een voorstudie heeft het IZF/TNO onderzocht op welke wijze het rijgedrag objectief kan worden vastgelegd en geanalyseerd, dit ten behoeve van gedragswaarnemingen op voorrangskruispunten van de demonstratie fietsroutes. Hiertoe zijn film en video met elkaar vergeleken. Op basis van deze voorstudie is speciale apparatuur ontwikkeld om videobeelden kwantitatief uit te lezen.

In het meernummer van Verkeerskunde zal hierover een apart artikel verschijnen.

### 1. Inleiding

#### 1.1. Achtergronden van het onderzoek

Door de Minister van Verkeer en Waterstaat is sinds 1975 op de begroting van zijn departement een post opgenomen, waaruit voorzieningen voor het fietsverkeer in stedelijke gebieden kunnen worden gesubsidieerd. Hierbij wordt met name gedacht aan voorzieningen, die het gebruik van de fiets stimuleren, zoals de aanleg van aparte fietsroutes tussen centra van wonen en werken. Over het effect van dergelijke voorzieningen op het gebruik van de fiets was tot voor kort weinig bekend. Mede om deze reden werd besloten tot de aanleg van twee zogenaamde demonstratie fietsroutes, één in Den Haag en één in Tilburg. Om uit de aanleg van de demonstratie fietsroutes gegevens te verkrijgen over de effecten welke van deze hoogwaardige fietsroutes verwacht mogen worden, is de aanleg van de fietsroutes begeleid door een vijftal studies, te weten:

- een studie „Gebruik” van de fietsroutes
- een studie „Beleving” door de gebruikers
- een studie „Veiligheid”
- een studie „Vormgeving”
- een studie „Winkelomzetten”.

#### 1.2. Doelstelling van het onderzoek

De Studiegroep Vormgeving, waarin zitting hebben vertegenwoordigers van de Rijkswaterstaat, de beide gemeenten, IZF/TNO en de SWOV (deze laatste als adviseur) heeft tot taak:

1. Het inventariseren en beschrijven van de bij het ontwerp en de aanleg gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden inzake de tracering.
2. Het inventariseren en beschrijven van de (combinaties van) toegepaste vormgevingselementen en de daarbij gebruikte materialen en de wijze van uitvoering;
3. Het vergelijken van het feitelijk optredende gedrag van de weggebruikers — in relatie met de gekozen vormgeving en vormgevingselementen — met het door de ontwerper beoogde gedrag;
4. Het evalueren van de gekozen vormgeving en vormgevingselementen in termen van veiligheid en kosten.

De rapportage van de Studiegroep dient



1. Kruispunt T5, Tuinstraat-Willem II straat.

enerzijds uit te monden in antwoorden op gestelde onderzoeksvragen. Anderzijds dient het rapport aanbevelingen op te leveren voor de ontwerpers die direct betrokken zijn bij de aanleg van fietsvoorzieningen in stedelijke gebieden.

#### 1.3. De onderzoeksvragen

Op basis van de hierboven omschreven taakstelling heeft de Studiegroep Vormgeving de volgende onderzoeksvragen geformuleerd.

1. Welke voor- en nadelen zijn verbonden aan respectievelijk enkelzijdige of tweezijdige fietspaden in termen van veiligheid, gedrag en beleving?
2. Welke vorm van ruimtelijke scheiding van verkeerssoorten door fysieke maatregelen is het meest wenselijk in termen van veiligheid, beleving, gedrag en kosten?
3. Welke effecten heeft de fietsroute op het overige verkeer in termen van veiligheid, wachttijd en beleving?
4. Wat zijn de voor- en nadelen van ongelijkvloerse kruisingen in termen van kosten, beleving en comfort ten opzichte van gelijkvloerse oplossingen?
5. Welke kruispuntvormen zijn het meest wenselijk in termen van veiligheid, wachttijd, beleving (comfort), gedrag en kosten?
6. Welke voorrangssituaties (wettelijk, fysiek, etc.) zijn het meest wenselijk in termen van veiligheid, gedrag en verplaatsingscomfort voor de fietser?
7. Wat is het effect van drempels en hobbels op het fietsverkeer en het overig verkeer in termen van gedrag, veiligheid en comfort?
8. Hoe beoordeelt de fietser de toegepaste fietspad- en tussenbermbreedten. Zijn er factoren waardoor dit oordeel wordt beïnvloed?
9. Wat zijn de aan de oplossingen verbonden kosten?

Een aantal van deze vragen met betrekking tot de beleving van de vormgevingselementen is ondergebracht in de enquêtes van de studiegroepen „Beleving” en „Gebruik”.

#### 1.4. De opzet

De bovenstaande onderzoeksvragen zijn in het algemeen nogal locatie gebonden. Daarom is bij de opzet gekozen voor locatiegebonden

den aandachtsgebieden.

Het belangrijkste onderscheid dat kan worden gemaakt is dat tussen delen van de fietsroute waar kruisend verkeer verwacht kan worden (kruispunten) en delen waar dit niet het geval is (wegvakken en ongelijkvloerse kruispunten).

Binnen het onderdeel kruispunten is nog een nader onderscheid mogelijk tussen delen waar de verkeersafwikkeling geregeld is met behulp van verkeerslichten en delen waar dit niet het geval is. Dit leidt voor de fietsroute tot de volgende aandachtsgebieden.

1. Wegvakken.
2. Met verkeerslichten geregelde kruispunten.
3. Ongelijkvloerse kruisingen.
4. Met voorrang geregelde kruispunten.

Voor elk van deze aandachtsgebieden is een onderzoeksoptzet nader uitgewerkt.

In het navolgende wordt eerst ingegaan op de opzet, de uitvoering en de resultaten van de deelonderzoeken naar de aandachtsgebieden „wegvakken”, „met verkeerslichten geregelde kruispunten” en „ongelijkvloerse kruisingen”. Daarna wordt meer in detail ingegaan op het deelonderzoek „gedragswaarnemingen” op kruispunten met een voorrangregeling. Omdat juist op voorrangskruispunten de vormgeving in sterke mate bepaalt hoe veilig het verkeer zich afwikkelt, is in de Studiegroep veel aandacht aan dit deelonderzoek besteed.

## 2. Uitvoering en resultaten

### 2.1. Wegvakken

Op de wegvakken van de fietsroute is gestreefd naar een scheiding tussen (brom)fietsverkeer en autoverkeer. Verwacht mag worden dat het aantal conflicten tussen deze verkeerssoorten dan ook zeer gering zal zijn. Bestudering van ongevalsstatistiek zal daarom weinig zinvol zijn vanwege het geringe aantal waarnemingen.

Wel mocht verwacht worden dat er conflicten zouden blijven bestaan tussen (brom)fietsers onderling en tussen (brom)fietsers en voetgangers. Daar de afloop van deze conflicten in het algemeen minder ernstig is, werd besloten de onderzoeksvragen meer te richten op de door de fietsroutegebruikers ervaren subjectieve veiligheid in relatie met de vormgeving (fietspadbreedte, tussenbermbreedte, interactie met andere verkeersdeelnemers etc.).

De door de Studiegroep Vormgeving geformuleerde vragen werden opgenomen in de straat- en huisenquête van respectievelijk de Studiegroepen Gebruik en Beleving. Voor een meer uitgebreide beschrijving van de resultaten van deze enquêtes wordt verwezen naar v.d. Broecke en Hoekwater (1979).

Hier wordt volstaan met de opsomming van enkele belangrijke resultaten ten aanzien van de wegvakken.

1. Een fysieke scheiding van het fietsverkeer en autoverkeer wordt zeer hoog gewaardeerd.
2. Discontinuïteiten in de route worden als bezwaar gezien.
3. Het toelaten van bromfietsers op de route wordt door een meerderheid van de fietsers afgewezen.
4. Bredere fietsroutegeheelten worden als prettiger en veiliger ervaren dan smallere geheelten.
5. Op fietsroutegeheelten die in twee richtingen bereden mogen worden wordt de manoeuvreerruimte breder ervaren dan op geheelten die in één richting bereden worden.
6. Asfalt heeft een sterke voorkeur als verhardingsmateriaal boven tegels.

Mede aan de hand van bovenstaande resultaten kunnen door de Studiegroep Vormgeving



2. Keibestrating kruispunt H5, Weimarstraat-Marconistraat, Den Haag.

aanbevelingen worden opgesteld voor de vormgeving van fietsroutes langs wegvakken.

### 2.2. Met verkeerslichten geregelde kruispunten

Bij het ontwerpen van de verkeerslichtenregelingen is getracht de fietsers zoveel mogelijk prioriteit te verschaffen, onder meer door het realiseren van twee groenfasen per cyclus en het aanvragen van een groenfase door middel van lussen of drukknop. In deze groenfase wordt het fietsverkeer in principe conflictvrij afgewikkeld.

Doel van het deelonderzoek „geregelde kruispunten” is antwoord te geven op de volgende onderzoeksvragen:

1. Neemt de gemiddelde wachttijd en het aantal stops af door het verschaffen van prioriteiten voor de fietsers?
2. Hoe worden de bestaande regelingen gewaardeerd door de fietser?
3. Wordt de prioriteit in de regeling door de fietser opgemerkt?
4. Gevert de fietsers de voorkeur aan een kruising met verkeerslichten of aan een voorrangskruising?

De eerste vraag zal worden beantwoord met behulp van een simulatieprogramma dat de bestaande verkeerslichtenregelingen vergelijkt met regelingen met minder prioriteiten voor het fietsverkeer. Dit onderdeel is momenteel nog in studie.

Voor de beantwoording van de laatste drie onderzoeksvragen is gekozen voor het opnemen van enkele vragen in de huisenquête van de Studiegroep Beleving.

Uit de enquête blijkt dat voor de gebruiker vooral het aantal verkeerslichten op een route maatgevend is voor zijn waardering en niet zozeer de kwaliteit van de regelingen. De fietsers merken in het algemeen nauwelijks verschillen op tussen regelingen op de fietsroute en buiten de route. Hierbij moet wel worden aangekend dat de (post-hoc) vraagstelling op dit punt gecompliceerd was. Harde conclusies mogen dan ook niet aan deze uitkomst worden verbonden.

In het algemeen worden de met verkeerslichten geregelde kruispunten als iets veiliger beschouwd dan de kruispunten met een voorrangregeling.

Tenslotte is gebleken dat het schuin overste-

ken van het kruisingsvlak door 30% van de gebruikers als minder wenselijk wordt beschouwd.

### 2.3. Ongelijkvloerse kruisingen

Er is op vele manieren getracht het hoogwaardige karakter van de fietsroute gestalte te geven. Op punten waar gelijkvloerse kruisingen — al dan niet geregeld — niet tot een bevredigend resultaat zouden leiden, is gekozen voor een ongelijkvloerse oplossing. In Tilburg heeft dit geleid tot een viaduct over de Ringbaan Oost met een aansluitende brug over het Wilhelminakanaal en een fietstunnel onder de Ringbaan West.

Het deelonderzoek „Ongelijkvloerse kruisingen” diende antwoord te geven op de volgende onderzoeksvragen:

1. Gaat de voorkeur van de fietser uit naar gelijkvloerse of ongelijkvloerse kruispunten?
2. Heeft de fietser voorkeur voor tunnels of viaducten?
3. Hebben de fietsers bezwaar tegen gebruikmaking van het tunneltje door bromfietsers?
4. Zijn de hellingen van de op- en afritten van de brug over het Wilhelminakanaal voldoende gemakkelijk?
5. Ondervindt de fietser op de Spoordijk hinder van het vlak langsrijdende treinverkeer?
6. Zijn de op- en afritten van het tunneltje voldoende gemakkelijk?
7. Is de bocht ter plaatse van het tunneltje voldoende ruim?
8. Is het tunneltje voldoende verlicht?
9. Hoe ervaart de fietser het tunneltje onder de Ringbaan West in termen van plezierig, comfortabel etc.?

Ook hier is gekozen voor het opnemen van een aantal vragen in de huisenquête van de Studiegroep Beleving. Uit de resultaten hiervan blijkt dat de fietsroutegebruikers voor de betreffende locaties een ongelijkvloerse kruising prefereren boven een gelijkvloerse kruising met verkeerslichten. Dit blijkt onder meer uit de waardering van deze geheelten in termen van veiligheid en comfort.

De in de op- en afritten toegepaste hellingen zijn 1 : 40 voor het viaduct en 1 : 25 voor de tunnel. Van de gebruikers vindt 11% de oprit naar het viaduct en 19% de oprit vanuit de tunnel

te steil.

De in de tunnel aangebrachte bocht wordt door 19% van de fietsroutegebruikers bezwaarlijk gevonden.

Het medegebruik van de tunnel door bromfietzers wordt als belangrijk bezwaar gezien: 67% van de fietsers vindt dit gevaarlijk.

De verlichting in de tunnel vindt 43% voldoende, 12% onvoldoende, 45% heeft geen mening en 2% vindt de verlichting overdadig. De langrijdende treinen op het viaduct over de Ringbaan Oost worden slechts door 6% van de fietsers als bezwaar gezien. In het algemeen kan gesteld worden dat de gekozen ongelijkvloerse oplossingen als zeer positief worden ervaren.

### 3. Kruispunten met voorrangregeling

#### 3.1. Inleiding

Op kruispunten waar de verkeersafwikkeling wordt geregeld met behulp van een voorrangregeling, speelt de vormgeving ter plaatse een belangrijke rol ter ondersteuning van het gewenste rijgedrag (afremmen, opstellen, voorrang verlenen, afrijden). Op deze kruispunten zijn bij wijze van experiment enkele nieuwe vormgevingselementen toegepast. De ontwerper veronderstelde dat deze elementen, in combinatie met reeds bekende elementen, een positieve invloed zouden hebben op het gewenste rijgedrag. Met name aan dit deelonderzoek wordt door de Studiegroep grote waarde gehecht daar dit onderzoek verbanden kan opleveren tussen rijgedrag en vormgeving, hetgeen mede een indicatie kan zijn voor de veiligheid van de gekozen vormgeving.

#### Onderzoeksvragen

In dit deelonderzoek werden de volgende onderzoeksvragen uitgewerkt.

1. Hoe is het naderingsgedrag van automobilisten uit de zijweg en vanaf de hoofdrijbaan en hoe wordt dit door de fietsers op de fietsroute ervaren?
2. Wat is het effect van de in de zijweg toegepaste drempels, insnoeringen en hobbels/bulten op snelheid en padkeuze? Hoe ervaren de automobilisten deze elementen?
3. Hoe functioneren de verschillende opstelruimten tussen fietspad en hoofdrijbaan ten aanzien van het opstelgedrag van de automobilist?
4. Wat is het effect van de keibestrating op delen van de opstelruimte ten aanzien van padkeuze?
5. Hoe functioneert de markering op de kruispunten?
6. Vinden de automobilisten het uitzicht op de kruispunten met de fietsroute voldoende?

Hieronder wordt eerst ingegaan op de resultaten van de vragen met betrekking tot de kruispunten met voorrangregeling zoals deze gesteld zijn in het kader van de huisenquète van de Studiegroep Beleving. Daarna volgt een meer uitgebreide beschrijving van het deelonderzoek gedragswaarnemingen op kruispunten met een voorrangregeling.

#### 3.2. Resultaten enquête

Op de voorrangskruispunten ondervindt een kwart van de fietsers vaak tot zeer vaak hinder van de auto's die te snel naderen of erg laat stoppen. Hier komt bij dat fietsers in het algemeen meer hinder ondervinden als ze rijden in de voor de automobilisten onverwachte verkeersrichting. Dit laatste geldt in verhoogde mate voor de scholieren in Den Haag.

Juist op de hoogwaardige onderdelen van de fietsroute (o.a. in Den Haag op het gedeelte

Mient en Weimarstraat) worden deze kruispunten dus als een belangrijke discontinuïteit in de route ervaren.

De drempels worden door de fietsers meestal niet als hinderlijk ervaren, wanneer zij de fietsroute willen oprijden. Overigens is er een onderscheid tussen Tilburg en Den Haag. In Tilburg, waar de drempels in het algemeen wat hoger en steiler zijn, ervaart men wel iets meer problemen.

Ruim de helft van de ondervraagde automobilisten begrijpt duidelijk het doel van de drempels, namelijk het afremmen voor de fietsroute om voorrang te verlenen.

Het uitzicht op sommige vooral complexe kruispunten geeft de automobilisten nog wel eens problemen. Wellicht speelt de overzichtelijkheid van de kruispunten hierbij een rol. De markering wordt in het algemeen als duidelijk gekenschetst. Alleen op punten waar men geconfronteerd wordt met een complexe vormgeving, wordt ook de markering als minder duidelijk gezien.

### 4. Deelonderzoek gedragswaarnemingen

#### 4.1. Probleemstelling en onderzoekspop

##### 4.1.1. Algemeen

Eén van de onderzoeksvragen van de Studiegroep Vormgeving luidde in zijn algemeenheid kortweg: hoe functioneren bepaalde nieuw toegepaste vormgevingselementen op de voorrangskruispunten, in hoeverre brengen deze het beoogde rijgedrag teweeg en in hoeverre beïnvloeden ze de veiligheid van het (brom)fietsverkeer?

Voor het evalueren van vormgevingsaspecten is op zijn minst een of andere registratie en beoordeling van het feitelijke rijgedrag van gebruikers van de voorziening een vereiste. Gebruikers zijn naast fietsers en bromfietzers op de fietsroute zelf, ook de kruisende verkeersdeelnemers.

Daarnaast zal een geschikte indicator voor de veiligheid van fietsroutegebruikers dienen te worden gevonden. Een eerste gedachte is natuurlijk hiervoor het aantal ongevallen te gebruiken, dat op een bepaalde locatie heeft plaatsgevonden, al dan niet gerelateerd aan de verkeersprestatie. Binnen de invloedssfeer van een vormgevingselement of combinatie van elementen (bijvoorbeeld een kruispunt) en binnen een beperkte tijd zijn er (gelukkig) erg weinig ongevallen te verwachten. In kleinschalig onderzoek is het hanteren van het aantal ongevallen als directe maat voor de verkeersveiligheid daarom eigenlijk niet bruikbaar. Anderzijds zijn meer indirecte maten, zoals het aantal als ernstige conflicten aan te merken gebeurtenissen, nog niet als deugdelijke en valide indicatoren voor de verkeersveiligheid op specifieke locaties te gebruiken, gegeven de literatuur die er over dit onderwerp bestaat, zie o.a. Kraay en Oppe (1979). Een directe relatie tussen vormgevingselementen en verkeersveiligheid is dus (nog) niet te leggen. Wel zou het onderzoek een aanzet kunnen geven tot de ontwikkeling van een objectieve en betrouwbare conflictmethode. Hierbij hoeft niet bij voorbaat de relatie tussen conflictgedrag en veiligheid in termen van ongevallen als het belangrijkste te worden beschouwd.

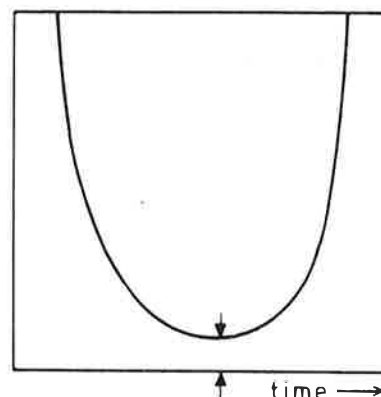
Ook als indicator voor begrippen als subjectieve beleving of het welzijn van een groep weggebruikers, kan een conflictmethode een belangrijke rol spelen. In enkele landen wordt (in een experimenteel stadium) het aantal bijna-botsingen en/of ernstige conflicten gebruikt, echter met wisselend resultaat. Probleem hierbij is het zodanig kiezen van een definitie van een conflict dat deze operationeel

gemaakt kan worden en het conflict als een betrouwbaar en valide meetinstrument kan worden gehanteerd. Zeker met betrekking tot langzaam verkeer blijkt er in de literatuur geen kant en klare methodiek voorhanden. Tijdens de First Workshop on Traffic Conflicts (1977) bleek wel, dat vooral de betrouwbaarheid ter discussie stond van methoden waarbij met behulp van observatoren ter plaatse werd gewerkt.

Er valt een tendens te bespeuren in de richting van het ontwikkelen van meer objectieve methoden, waarbij het te beoordelen rijgedrag wordt vastgelegd met behulp van film of video. Hierdoor is in ieder geval een herhaalde beoordeling mogelijk hetgeen de betrouwbaarheid aanzienlijk verhoogt. De vraag blijft echter of beoordelaars wel goed in staat zijn gradaties in conflictgedrag te onderscheiden. Een veelbelovende maat om objectief een conflictsituatie tussen twee weggebruikers te beschrijven is, volgens Hayward (1972) en Hyden (1977), de zogenaamde „time-to-collision” (TTC). Deze wordt gedefinieerd als de tijd die nog resteert voor er een botsing plaatsvindt, als de betrokkenen hun koers en snelheid blijven handhaven. Het is een continue functie van de tijd. Theoretisch kan een TTC-curve als functie van de tijd eruit zien, zoals in figuur 1 (Hayward). Liggen de voertuigen niet op een botsingskoers, dan is de waarde voor TTC oneindig. Komen ze wel op een botsingskoers dan zal, als er geen veranderingen optreden, TTC afnemen als functie van de tijd. Zou geen van beiden actie ondernemen, dan wordt het een botsing (TTC = 0). Een ontwijkende actie (afremmen en/of uitwijken) zal tot gevolg kunnen hebben, dat TTC een minimumwaarde bereikt en weer toeneemt tot oneindig als er geen sprake meer is van een botsingskoers. Veelvuldig zullen weggebruikers zich op een botsingskoers met anderen bevinden, maar slechts zeer zelden zal dit resulteren in een echte botsing.

Als kritische maat voor het gevaar op botsen hanteren Hayward en Hyden een minimumwaarde voor TTC van 1,5 seconde. Onder deze waarde zou er sprake zijn van een ernstig conflict. Het aantal op deze manier gedefinieerde conflicten per aantal gepasseerde voertuigen en/of per eenheid van tijd zou dan per kruispunt een maat voor gevaarlijkheid opleveren. Deze gevaarlijkheidsindex maakt een relatieve vergelijking tussen kruispunten mogelijk. Nu lijkt een grens van 1,5 seconde vrij arbitrair. De ernst van een situatie met een minimum TTC van bijvoorbeeld 0,8 seconde zal, in ieder geval gevoelsmatig, belangrijk groter zijn dan met een minimum TTC van 1,5 seconde en wellicht sterk samenhangen met de soort manoeuvre en categorie weggebruiker. Voor de situatie auto-auto kan het best anders liggen dan voor bijvoorbeeld auto-fiets. Hoe

1. Theoretische TTC curve als functie van de tijd.



valide is een dergelijke maat? Kunnen er relaties gelegd worden met het ongevalsgebeuren.

Afgezien van dit soort problemen, hoe kan deze TTC worden gescoord? Hayward berekende TTC-curve van een aantal situaties op grond van een kwantitatieve analyse van filmbeelden. Hyden liet observatoren minimum TTC waarden schatten na een intensieve training met behulp van video-opnamen. Hij merkt op dat mensen goed in staat zijn tijd te schatten. Bij het deelnemen aan het verkeer zou een tijd van 1,5 seconde als een soort ondergrens gebruikt worden waaronder men liever niet komt.

Hoewel een „interactie“-maat als TTC op zich veelbelovend is — een aantal gedragsaspecten bij het elkaar naderen zit erin vervat — resteert er dus nog een aantal onbeantwoorde vragen. Alleen het opdoen van praktijkervaring kan wellicht wat betere inzichten verschaffen.

Te meten gedragskenmerken van weggebruikers in relatie tot wegkenmerken, maar ook in relatie tot andere weggebruikers, zijn o.a. koers, koersveranderingen, snelheid en snelheidsveranderingen. Zijn dergelijke grootheden in één of andere vorm beschikbaar, dan kunnen ook „interactie“-maten zoals bijvoorbeeld TTC worden bepaald.

Voor het objectief vastleggen van feitelijk rijgedrag valt vooral te denken aan film of video, elk met zijn specifieke voor- en nadelen. In een vooronderzoek (Van der Horst en Sijmonsma, 1978) is onderzocht op welke wijze bovengenoemde gedragskenmerken kunnen worden vastgelegd en geanalyseerd. Als belangrijkste conclusie kwam hieruit naar voren, dat het toepassen van video goed bruikbaar is, ondanks een wat slechtere beeldkwaliteit. Wel diende apparatuur ontwikkeld te worden om direct videobeelden uit te lezen.

Het in dit vooronderzoek ontwikkelde meetinstrument (voor een beschrijving zie Verkeerskunde 5/80) is toegepast op een aantal kruispunten van de Demonstratie Fietsroutes in Den Haag en Tilburg. Het evalueren van vormgevingselementen op deze kruispunten, geschiedt o.a. door:

- een vergelijking van feitelijk vertoond rijgedrag van weggebruikers met door de ontwerper opgestelde criteria voor gewenst gedrag, per aspect en per locatie;
- een vergelijking van feitelijk rijgedrag op fietsroutelocaties onderling en
- een vergelijking van locaties op de fietsroute (met allerlei extra voorzieningen) met controle-locaties, die deze extra elementen missen.

In een ideale onderzoeksopzet zouden zowel enige voor- als nametingen dienen te worden verricht op experimentele en op controle-locaties, teneinde effecten van vormgevingselementen vast te kunnen stellen.

Als zodanig was dit niet uitvoerbaar. Er werden geen voormetingen verricht, omdat het bij dergelijke ingrijpende maatregelen weinig zin heeft een kruispunt in een voor- en nasituatie te vergelijken. Verder bleek het vinden van geschikte controlelocaties erg moeilijk. Slechts voor een enkel aspect kon een vergelijking met controle-locaties worden uitgevoerd.

#### 4.1.2. Keuze van locaties

Door de Studiegroep Vormgeving is uit de verzameling van kruispunten met een voorrangregeling een selectie gemaakt van kruispunten die voor gedragsobservaties in aanmerking kwamen. Hierbij is gelet op verkeersintensiteiten (om effecten te onderzoeken moet er voldoende verkeer aanwezig zijn) en op enigszins algemeen toepasbare uitvoeringsvormen (om resultaten te kunnen generaliseren). Wel dienden de kruispunten nieuw toegepaste elementen te bevatten, waarvan effecten op het gedrag in deze specifieke

toepassing niet of nauwelijks bekend waren. Op grond van het bovenstaande zijn de volgende kruispunten op de fietsroutes geselecteerd:

#### Den Haag

- H1 : Mient-Appelstraat
- H2 : Mient-Abrikozenstraat
- H3 : Mient-Laan van Eik en Duinen
- H4 : Mient-Meidoornstraat
- H5 : Weimarstraat-Marconistraat
- H6 : Weimarstraat-Noorderbeekdwarsstraat
- H7 : Weimarstraat-Franklinstraat
- H8 : Weimarstraat-v. Bylandtstraat
- H9 : Prins Hendrikstraat-Roggeveenstraat
- H10: Piet Heinstraat-2e de Riemerstraat

#### Tilburg

- T1: Beukenstraat
- T2: Boomstraat-Prunusstraat
- T3: Boomstraat-St. Ceciliastraat
- T4: Tuinstraat-Telefoonstraat
- T5: Tuinstraat-Willem II straat

Het is erg moeilijk gebleken om geschikte controle-kruispunten te vinden vanwege de eisen die, zowel wat vormgeving als wat verkeersintensiteiten en manoeuvres betreft, gesteld moeten worden. Binnen de gemeenten Den Haag en Tilburg leken er alleen in Den Haag twee kruispunten enigszins geschikt voor een enkel aspect. De Rijkswaterstaat heeft vervolgens een groot aantal gemeenten benaderd. Enkele suggesties voor mogelijk geschikte kruispunten bleken echter bij inspectie ter plaatse niet geschikt. Dit alles resulteerde in het maken van controle-opnamen op drie kruispunten, twee in Den Haag en één in Schiedam. Bezien wordt in hoeverre kruispunten in Eindhoven, waar in het kader van het Demonstratie-project Herindeling Stedelijke Gebieden gedragsobservaties worden uitgevoerd, in aanmerking kunnen komen als controle-kruispunt.

#### 4.1.3. Keuze van manoeuvres

In overleg met beide gemeenten is bekeken welke aspecten per locatie bijzondere aandacht verdienen ten behoeve van de gedragsobservaties. Het voert te ver hier uitgebreid op in te gaan. Het gaat vooral om het gedrag van automobilisten, die de fietsroute kruisen (padkeuze, snelheid, opstellen) onder invloed van toegepaste voorzieningen (drempels, hobbels, insnoeringen, bochten, e.d.) en de feitelijke interactie met of beïnvloeding van fietsers op de fietsroute (voorrang, conflicten). Bij enkele kruispunten (in de Weimarstraat in Den Haag) vormde ook het snelheidsgedrag van automobilisten parallel aan de fietsroute in relatie met de gekozen vormgeving een punt van onderzoek.

### 4.2. Uitvoering

#### 4.2.1. Opnamen

Op elk van de locaties zijn gedurende één dag video-opnamen gemaakt gedurende de uren van 8.00 — 10.00, 12.00 — 14.00 en 15.30 — 17.30.

In deze perioden zijn zowel stille als drukke uren vertegenwoordigd. De opnamen zijn eind 1978 gemaakt. Tijdens de opnamen werden intensiteitstellingen verricht in intervallen van vijf minuten.

Gewerkt is met een vast camera-standpunt. Vooraf was een geschikt opnamepunt gekozen, meestal in een van de omliggende woningen. De medewerking van de bewoners was hierbij voortreffelijk. Op twee locaties is de videocamera gemonteerd in een lichtmast en de apparatuur opgesteld in een meetwagen. De videocorder werd telkens met de hand gestart als een voertuig uit de van belang zijn-

de richtingen in beeld verscheen en gestopt als de manoeuvre zich had afgewikkeld. Gemiddeld leverde zes uur observatietijd ongeveer drie uur aan videomateriaal op. Er werd opgenomen met een normale opnamesnelheid (50 halfbeelden per seconde).

#### 4.2.2. Uitwerking van de opnamen

Op basis van de per kruispunt geformuleerde aandachtspunten zijn de manoeuvres en manoeuvrecombinaties geselecteerd die voor uitwerking in aanmerking kwamen. Waar nodig is er een kwantitatieve analyse uitgevoerd van opgenomen manoeuvres of manoeuvrecombinaties met behulp van speciaal ontwikkelde video-uitleesapparatuur. Posities van een voertuig in een stilstaand videobeeld worden uitgelezen en kunnen worden vertaald naar straatposities. Uit posities op opeenvolgende tijdstippen kunnen afgeleide grootheden zoals snelheid, TTC e.d. worden uitgerekend. Hiervoor bleek het uitlezen om de twaalf beelden voldoende (tijdstap van 0,24 seconde).

Bij eenduidig te onderscheiden gedragsalternatieven kan worden volstaan met het direct scoren door een waarnemer vanaf de opgenomen beelden. Vooral het scoren van de padkeuze of van optredende foutmanoeuvres leende zich hiervoor goed. Met de aanwezige video-apparatuur is het hierbij mogelijk om bij twijfel snel het beeld stil te zetten, of even terug te spoelen en de scène opnieuw af te spelen. Dit werkte in de praktijk erg effectief.

### 4.3. Resultaten

#### 4.3.1. Algemeen

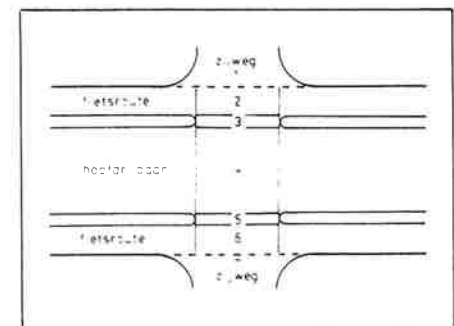
De gedragsstudie is nog niet afgesloten. Momenteel vindt met name een vergelijking met controle-kruispunten plaats, alsmede een nadere uitwerking van enkele interactiematen. Mede aan de hand van een algemene zone-indeling van een (voorrangskruispunt (figuur 2) worden nu ter illustratie enkele uitkomsten nader toegelicht, zie ook Interimrapport van de Studiegroep Vormgeving (1979).

Belangrijke gedragskenmerken van het kruisend autoverkeer bij het naderen en passeren van een voorrangskruising (i.c. de fietsroute) zijn: het **snelheidsgedrag** (vooral zone 1), de wijze van **opstellen** op of na de fietsroute bij aanwezigheid van verkeer op de rijbaan parallel aan de fietsroute (vooral zone 2 en 3), de **padkeuze** en eventuele **interacties** met fietsers op de fietsroute. Achtereenvolgens komen bovengenoemde aspecten aan de orde, waar mogelijk gerelateerd aan bepaalde vormgevingselementen in de betreffende zones van het kruispunt.

#### 4.3.2. Snelheidsgedrag

Teneinde het snelheidsgedrag te bepalen van automobilisten die de fietsroute kruisen, is

#### 2. Algemene zone-indeling van een kruispunt met een fietsvoorziening.



voor een aantal manoeuvres per kruispunt een kwantitatieve analyse uitgevoerd. Het betreft voertuigen die zonder directe aanwezigheid van fietsers of auto's op de hoofdweg, de kruising naderen vanuit de zijweg en passeerden; uiteraard alleen die voertuigen zonder directe voorligger.

Per voertuig is het snelheidsverloop als continue functie van de tijd berekend. Per kruispunt is aldus, uitgaande van deze krommen, de snelheid berekend op vaste afstanden van de rand van het fietspad, gemiddeld over een aantal voertuigen.

#### Naderen vanuit zone 1

In figuur 3 zijn als voorbeeld enige snelheidsprofielen gegeven. Per punt is tevens de spreiding aangegeven.

De snelheidsverlagende vormgevingselementen bevinden zich vooral in zone 1. Het betreft o.a. niveauverschillen (drempels, hobbels, insnoeringen, materiaalvariaties in het wegdek, bochten e.d.) Het snelheidsgedrag is gemeten in dit totale complex van elementen. Het is dan ook niet mogelijk om een en ander uitsluitend aan één element toe te schrijven.

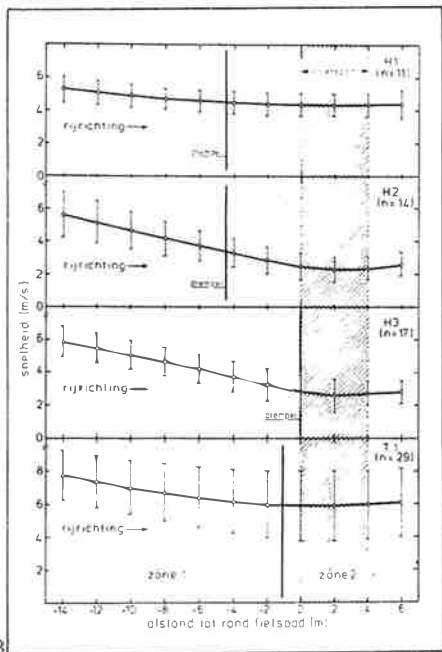
In het algemeen kan gesteld worden dat het complex van snelheidsverlagende elementen bij naderen vanuit zone 1 goed functioneert. Op de rand van het fietspad bedraagt de snelheid van de kruisende auto's gemiddeld over de kruispunten 3,3 m/s met een spreiding van 1,4 m/s. In Den Haag varieert de afstand van de drempel tot het fietspad (0, 3½, 4 en 4½ m). In deze range is de ligging van de drempel voor wat betreft het snelheidsgedrag niet erg kritisch.

In figuur 3 valt te zien dat voor het kruispunt T1 (de Beukenstraat in Tilburg) de snelheid nogal afwijkt van andere kruispunten. Gezien het karakter van de Beukenstraat (relatief brede asfaltweg) en het feit dat uitsluitend de fietsroute gekruist wordt, is dit niet verwonderlijk. Toch is ook hier sprake van een minimum ter plaatse van het fietspad.

#### Naderen vanuit zone 4 of 7

Vooraf bij eenzijdig gelegen, in twee richtin-

3. Snelheidsprofielen in zone 1 en 2 van vrijrijdende auto's uit de zijstraat: H1: Mient-Apelstraat, H2: Mient-Abrikozenstraat, H3: Mient-Laan van Eik en Duinen, T1: Beukenstraat.



gen bereiden fietspaden, is het van belang na te gaan hoe het linksafslaande verkeer vanaf de hoofdrijbaan evenwijdig aan de fietsroute (zone 4) of het verkeer vanuit zone 7 de fietsroute kruist. Nog niet van alle kruispunten zijn deze manoeuvres geanalyseerd.

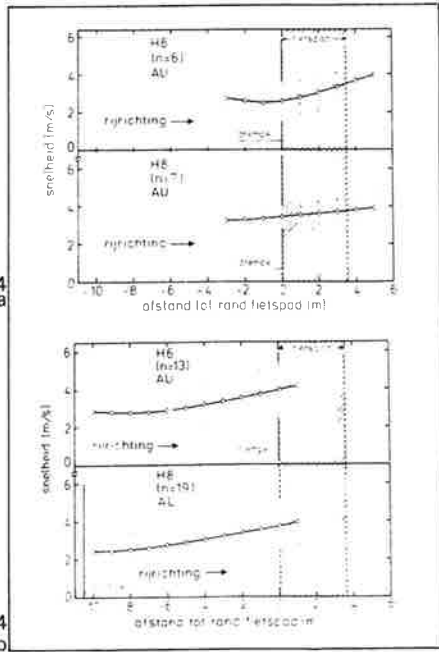
Figuur 4a geeft een voorbeeld van snelheidsprofielen van afslaande auto's vanuit zone 4 en figuur 4b van auto's die vanuit zone 7 naderen. In figuur 5a en 5b zijn situatieschetsen van de betreffende kruispunten gegeven. Bij H8 is het gehele kruisingsvlak verhoogd uitgevoerd, terwijl bij H6 alleen het fietsroutege-deelte is verhoogd.

#### Doorgaande automobilisten zone 4

De snelheid van doorgaande automobilisten op de hoofdrijbaan (zone 4) ter hoogte van het kruisingsvlak is voor enkele kruispunten in de Weimarstraat (rijbaan van asfalt) nader onderzocht. Twee kruispunten (H7 en H8) zijn uitgevoerd met een geheel verhoogd kruisingsvlak bestraat met klinkers, alsmede een uitbuiging (figuren 5d en 5b). Deze uitbuiging is bedoeld om opstelruimte bij het fietspad te verkrijgen (zone 3) en om de snelheid van het doorgaande autoverkeer mede te verlagen. De doorgaande auto's moeten een drempel, gevolgd door een verhoogd plateau van klinkers passeren. Eveneens in de Weimarstraat liggen twee kruispunten (H5 en H6) die dit verhoogde plateau niet hebben op de hoofdrijbaan (figuren 5c en 5a). Hier is slechts de uitbuiging toegepast.

Het effect van het verhoogde kruisingsvlak (drempel + plateau van klinkers) is nagegaan door voor doorgaande auto's in de Weimarstraat zonder directe voorligger, het snelheidsverloop te bepalen door middel van een kwantitatieve analyse voor deze vier kruispunten. De resultaten zijn gegeven in de figuren 6a en 6b. De rijbaanbreedte in de Weimarstraat bedraagt 3,5 m, in één richting bereiden door uitsluitend motorvoertuigen. Het verhogen van het kruisingsvlak en de drempel bij H7 en H8 hebben een duidelijk reducerend effect op de snelheid van doorgaande auto's (ruwweg een reductie van 4 m/s). Verschillen tussen H5 en H6, respectievelijk H7 en H8 zijn gering.

4a. Snelheidsprofielen van linksafslaande auto's vanaf hoofdrijbaan in Weimarstraat.  
4b. Snelheidsprofielen van kruisende auto's vanuit zone 7 in de Weimarstraat.



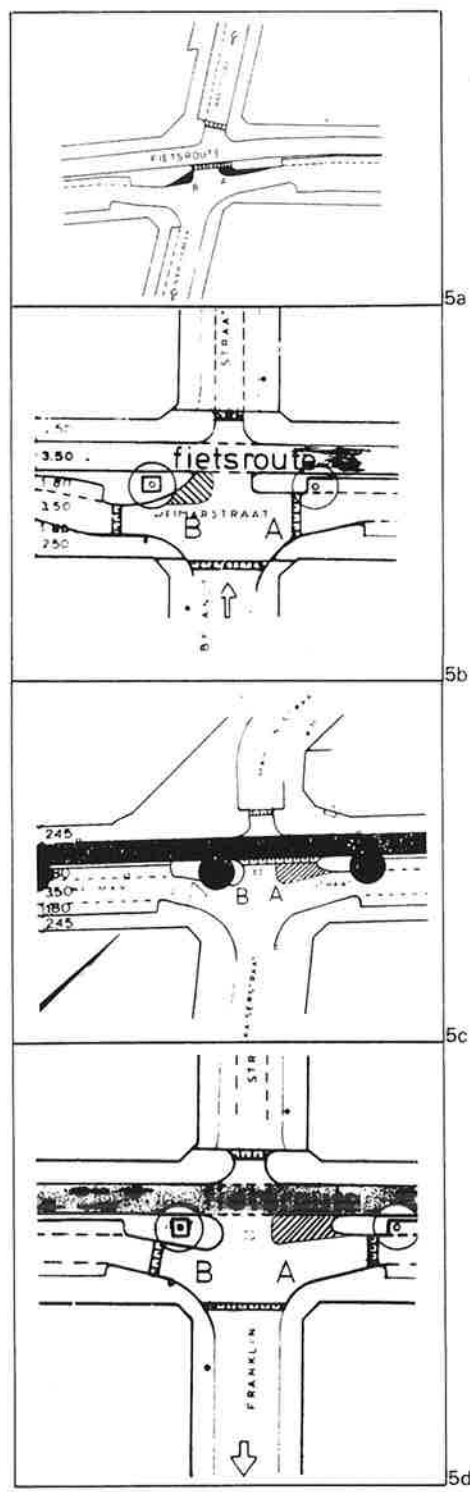
Om het eventuele effect na te gaan van de in de Weimarstraat toegepaste uitbuiging op de gereden snelheden, is een vergelijking gemaakt met de snelheid van de doorgaande auto's zonder voorligger in de Piet Heinstraat (H10). Het wegdek is eveneens van asfalt (3,5 m breed) en er is eenrichtingverkeer. In de Piet Heinstraat zijn er echter meerrijdende fietsers op de rijbaan mogelijk. Alleen die auto's

5a. Situatieschets H6 Weimarstraat-Noorderbeekdwarsstraat.

5b. Situatieschets H8 Weimarstraat-van Bylandtstraat.

5c. Situatieschets H5 Weimarstraat-Marconistraat.

5d. Situatieschets H7 Weimarstraat-Franklinstraat.



**Tabel 1.** Gemiddelde snelheid en standaardafwijking in m/s voor motorvoertuigen op hoofdrijbaan.

	aantal	gemiddelde snelheid	standaardafwijking
H5	36	10,0	1,8
H6	42	9,7	2,2
H10	68	9,2	2,2
H4	9	16,3	2,1

zijn meegerekend, die zonder directe voorligger of fietser op de rijbaan passeerden.

Er heeft een globale bepaling van de gereden snelheden plaatsgevonden. Passeertijden van vier dwarsdoorsneden zijn gescoord. Van de drie aldus bepaalde snelheden is het gemiddelde genomen. Hiervan is in figuur 7 een verdeling gegeven voor 68 voertuigen. In tabel 1 staan de snelheden voor de drie kruispunten, gemiddeld over het beschouwde traject en het aantal voertuigen, alsmede de standaardafwijking.

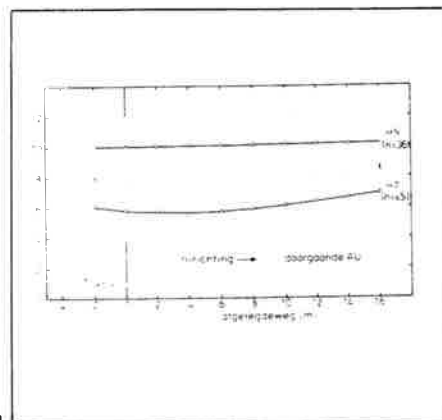
Er is geen aanleiding te veronderstellen, dat de uitbuigingen in de Weimarstraat (H5 en H6) veel invloed hebben op de gereden snelheden. In tabel 1 is ter vergelijking voor enkele auto's op de Mient ter hoogte van de Meidoornstraat (H4) de gemiddelde snelheid gegeven. De snelheden op de Mient met een rijbaan van 6,3 m breed, in twee richtingen bereden, liggen aanzienlijk hoger, 16,3 m/s of wel 59 km/h. De hoogst waargenomen snelheid bedroeg 76 km/h.

#### 4.3.3. Het opstelgedrag

##### Zone 1

Het opstellen van kruisende auto's in zone 1 leverde niet veel problemen op. Alleen bij drukke kruisende verkeersstromen (vooral H1 en H3) gebeurde het regelmatig dat volauto's zich half op het fietspad opstelden, direct achter hun voorligger die moest stoppen (in zone 3) voor doorgaande auto's parallel aan de fietsroute. Hierop had de toegepaste afstand van drempel tot fietspad geen invloed. Op het kruispunt T5 (Tuinstraat-Willem II-straat) was er voor de automobilisten onduidelijkheid over de plaats van opstellen in

6. Snelheidsverloop auto's in doorgaande richting (Weimarstraat), per punt gemiddeld over  $n$  voertuigen. Kruispunten H5 (Marconistraat) en H6 (Noorderbeekdwarsstraat) met alleen een uitbuiging van de rijbaan; kruispunten H7 (Franklinstraat) en H8 (van Bylandtstraat) met uitbuiging en verhoogd kruisingsvlak (drempel en plateau van klinkers).



**Tabel 2.** Aantal stops in zone 2 en/of 3 van auto's uit zone 1 bij aanwezigheid van auto's op de hoofdrijbaan (gedurende 6 uur), voor H6 en H8 voor auto's uit zone 4 of 7.

wijze van opstellen	Mient			Weimarstraat			
	H1	H2	H3	H5	H7	H6	H8
geheel in zone 3 en/of 4 op fietspad:							
< 0,5 m	59	47	63	0	0	43	63
0,5-1 m	9	16	42	2	0	5	13
1-2 m	7	4	30	2	4	1	3
> 2 m	6	4	83	8	10	5	1
	13	0		16	8	—	—
meer dan 1 m op fietspad (in % van totaal aantal stops)	20%	6%	38%	86%	82%	9%	1%



3. Keibestrating kruispunt H7, Weimarstraat-Franklinstraat, Den Haag.

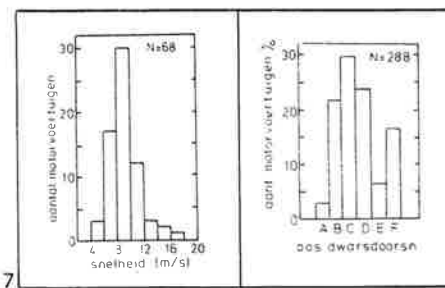
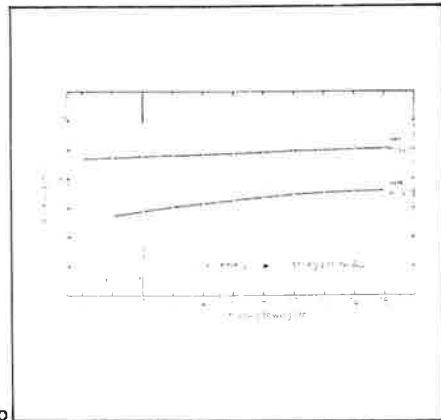
zone 1, vanwege een driehoekige bult van granietkeien tegen het fietspad aan (zie ook figuur 8a). Bovendien is op dit kruispunt een witte dwarsstreep op het asfalt aanwezig  $\pm 10$  m voor de kruising, terwijl de eigenlijke stopstreep 4 m voor de rand met het fietspad ligt, meer in de baan voor verkeer dat rechtsaf slaat. Een stopbord RVV 10 staat op  $\pm 8$  m voor de kruising. Het resultaat hiervan is dat sommige automobilisten voor de eerste streep stopten, kennelijk in de veronderstelling dat het hier een stopstreep betrof. Het uitzicht op de fietsroute is van hieraf echter nihil.

##### Zone 2 en 3

Voor de kruispunten waar na het fietspad ook nog de rijbaan, parallel aan het fietspad, gekruist moet worden, is het van belang na te gaan hoe automobilisten komend uit zone 1 zich opstellen bij aanwezigheid van auto's op de hoofdrijbaan; vooral wat betreft het opstellen op het fietspad en/of op de eventueel aanwezige opstelruimte in zone 3. Vanaf de opgenomen videobeelden is hiervan

7. Snelheidsverdeling auto's Piet Heinstraat (H 10) ter hoogte van de 2e de Riemerstraat. 8a. Situatieschets T 5 Tuinstraat-Willem II-straat.

8b. Verdeling van passages van dwarsdoorsnede (zie fig 8a) over bult.



een inventarisatie gemaakt. Auto's die in zone 1 stoppen, wellicht mede onder invloed van de aanwezigheid van fietsers op de fietsroute, zijn buiten beschouwing gelaten. In tabel 2 is voor de geanalyseerde kruispunten het opstellen en stoppen in zone 2 en/of 3 gegeven, onderscheiden in 5 categorieën.

Er is een aanmerkelijk verschil tussen het percentage stops van meer dan één meter op het fietspad bij H1 en H3, wat verkeersintensiteiten betreft enigszins vergelijkbare kruispunten. Dit verschil valt o.i. niet zozeer te verklaren door de iets geringere opstelruimte in zone 3 bij H3 (4,5 m bij H3 tegen 5 m bij H1), maar meer doordat bij H1 de drempel tegen de rijbaan ligt en bij H3 direct na het fietspad. Een deel van de automobilisten wil kennelijk niet het risico lopen met de achterwielen op het hellend vlak van de drempel te komen staan. De oplossing met de drempel tegen de rijbaan verdient volgens ons dan ook de voorkeur. De beschikbare opstelruimte is dan, ook in relatie met de baan van het andere voertuig, beter te schatten.

In de Weimarstraat (H5 en H7) ligt het aantal stops ruim op het fietspad aanzienlijk hoger (86 en 82%). Op beide kruispunten is ruimte voor zone 3 gemaakt door de hoofdrijbaan 2 m uit te buigen, zodat een opstelruimte van 4 m is ontstaan (figuren 5c en 5d). Deze extra opstelruimte van 2 m wordt echter bij een stop vrijwel niet benut, wellicht mede doordat de koerslijnen van de naderende voertuigen op de hoofdrijbaan aanvankelijk door dit opstelvlak lopen.

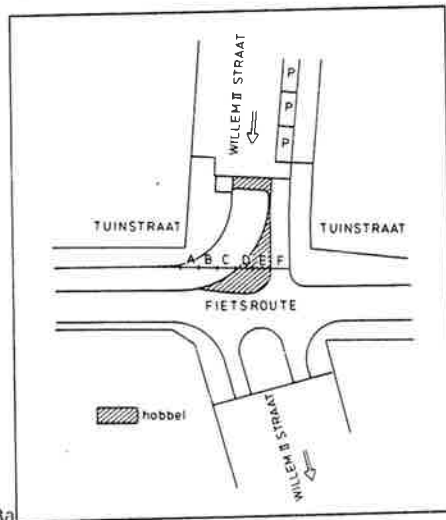
Bij de qua vormgeving vergelijkbare kruispunten in de Weimarstraat, (H6 en H8) kruisen de auto's het fietspad in omgekeerde richting, eerst de rijbaan dan het fietspad (figuren 5a en 5b). Auto's uit de Weimarstraat kunnen eveneens het fietspad kruisen door linksaf te slaan. Zone 3 fungeert hier ook als opstelruimte, maar nu voor auto's die fietsers op de fietsroute voorrang verlenen. Hun opstelgedrag is in tabel 2 gegeven in de twee rechter kolommen. Bij H6 en H8 blijkt de opstelruimte van zone 3 (en eventueel een gedeelte van zone 4) veel beter benut te worden. Hier functioneert de extra ruimte goed.

#### 4.3.4. Padkeuze

##### Zone 1

Bij vrijwel alle kruispuntoplossingen is de padkeuze voor auto's in zone 1 vrij beperkt, doordat veelal o.a. van insnoeringen en ver-smallingen gebruik is gemaakt om zodoende de snelheid te verlagen en het attentieniveau te verhogen.

Op het kruispunt T5 in Tilburg (Tuinstraat-Willem II-straat) is in zone 1 een relatief moeilijk te passeren driehoekige bult aangebracht.



8a

**Tabel 3.** Het berijden van keibestrating in zone 3 voor afslaande motorvoertuigen op vier kruispunten in de Weimarstraat.

LV	LA	RV	RA	H5 oneffen	H7 vlak	H6 oneffen	H8 vlak
-	-	-	-	35	2*	47	5*
-	+	-	-	31	1	10	5
+	+	-	-	34	12	30	26
+	+	-	+	10	10	0	11
+	+	+	+	14	31	1	49

\* auto geparkeerd op keibestrating.

ten eerste als geleiding voor het rechtsafslaande autoverkeer en ten tweede als snelheidsremmend element voor het recht doorgaande autoverkeer dat de fietsroute kruist (figuur 8a).

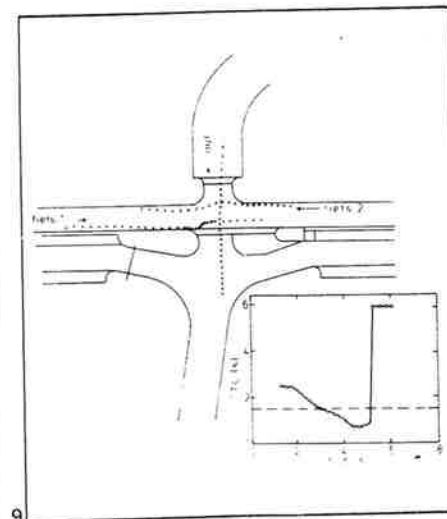
Aan één kant van de bult (bij F) is een fietsstrook van 1,5 m breed aangelegd, vooruitlopend op een plan om in de toekomst de Willem II-straat open te stellen voor fietsers tegen de rijrichting in.

Voor de periode van 08.00 tot 10.00 uur is nagegaan hoe automobilisten bovengenoemde bult passeren. Hiertoe is een dwarsdoorsnede van de Willem II-straat opgedeelde in zes gedeeltes A t/m F, van ieder 1,5 m breed, zie figuur 8a. Er is gescoord in welke zone de passage plaatsvond, met het midden van de auto als referentiepunt. In figuur 8b staat het aantal voertuigen uit in procenten van het totaal aantal gepasseerde voertuigen (N = 288), onderverdeeld naar plaats van passeren. Ruim 16% van de automobilisten ontwijkt de bult door via de fietsstrook bij F te rijden (47 voertuigen). Het uitzicht naar links is dan echter uiterst beperkt. Bij ingebruikname van zone F door fietsers kan dit tot gevaarlijke situaties aanleiding geven.

##### Zone 3

Op de vier kruispunten in de Weimarstraat (H5 t/m H8) is in zone 3 een op zich brede doorgang noodzakelijk (tussen de 8 en 11 m) voor het kunnen uitvoeren van een afslaande manoeuvre door vrachtauto's. Voor personenauto's blijft een zoveel mogelijk haaks kruisen gewenst. Hiertoe zijn de doorgangen bij zone 3

**9. Voorbeeld van een ernstig conflict op H5 (Weimarstraat-Marconistraat). Gegeven zijn de koersverlopen van de betrokken verkeersdeelnemers, elk punt stelt de positie van het voertuig voor op een bepaald tijdstip (elke 0,24 seconde een meetpunt). De inzet geeft de TTC-curve van interactie van de auto uit de zijstraat en fietser 1.**



9

(in ieder geval) visueel versmald door gedeeltelijk een bestrating van granietkeien toe te passen (zie ook figuur 5 bij A en voor H6 en H8 ook bij B).

Bij H7 en H8 is in tegenstelling tot H5 en H6 het gehele kruisingsvlak verhoogd uitgevoerd en bestraat met klinkers. Bij H5 en H6 ligt de keibestrating in zone 3 naast asfalt en is tamelijk ongelijk bestraat, bij H7 en H8 naast klinkers en veel vlakker. Bij H5 en H7 berijden auto's zone 3 vanuit zone 2 (fietspad) en bij H6 en H8 omgekeerd naar de fietsroute toe. In hoeverre automobilisten van de keibestrating in zone 3 gebruik maakten, is onderzocht door te scoren vanaf de opgenomen video-beelden of linksafslaande auto's wel (+) of niet (-) met respectievelijk het linker voorwiel (LV), het linker achterwiel (LA), het rechter voorwiel (RV) of het rechterachterwiel (RA) de keibestrating bereden. De resultaten staan in tabel 3. Het aantal afslaande vrachtauto's was zeer gering (5 stuks in de onderzochte periode) en deze zijn daarom niet apart onderscheiden. Het blijkt dat fysiek aanwezige oneffenheden (H5 en H6) duidelijk invloed hebben op de padkeuze, uitsluitend een verschil in bestrating (alleen visueel) (H7 en H8) echter niet of nauwelijks.

#### 4.3.5. Interacties met fietsers op de fietsroutes

Een belangrijk aspect bij het functioneren van de voorrangskruispunten op de fietsroute vormt natuurlijk de verkeersveiligheid, vooral met betrekking tot de fietsers op de route. Op deze problematiek is in paragraaf 4.1.1. al ingegaan. Daar is eveneens het een en ander over een interactiemaat, de time-to-collision (TTC), uiteengezet. Met behulp van een computerprogramma kunnen TTC-curven worden uitgerekend op basis van de X- en Y-posities van de betrokken voertuigen op opeenvolgende tijdstippen. Deze posities zijn beschikbaar na een kwantitatieve analyse van de videobeelden van een bepaalde manoeuvre-combinatie, zie hiervoor ook Verkeerskunde 5/80. Hoe dit uitrekenen in zijn werk gaat wordt hier verder niet behandeld.

Ter illustratie van de mogelijke output bij de analyse van een manoeuvre-combinatie is in figuur 9 een voorbeeld gegeven van een ernstig conflict op kruispunt H5 (Weimarstraat-Marconistraat).

In een situatieschets van het kruispunt wordt het koersverloop van de betrokken voertuigen geplot. Elk punt geeft de positie van (een punt van) het voertuig op opeenvolgende tijdstippen (elke 0,24 seconde). De inzet rechts-onder geeft voor de auto uit de zijstraat en fietser 1 de bijbehorende TTC-curve (uiteraard rekeninghoudend met de afmetingen van de voertuigen). De auto neemt voorrang op de fietsers. Fietser 1 moet stoppen (punten bij elkaar), terwijl fietser 2 wat later achter langs de auto kan rijden. De minimumwaarde van TTC bedraagt 0,7 seconde. De fietser heeft in dit geval een forse actie moeten ondernemen om een botsing te vermijden.

Het aantal conflicten (bijvoorbeeld gedefinieerd als het aantal interacties met een minimum TTC kleiner dan 1,5s) levert, gerelateerd aan het aantal mogelijke interacties (expositiegraad E), een soort gevaarlijkheidsindex op voor twee kruisende verkeersstromen. Met behulp van een dergelijke gevaarlijkheidsindex zou een rangorde tussen kruispunten kunnen worden bepaald. Een in de literatuur wel gehanteerde expositiegraad (o.a. Tanner, 1953) is gedefinieerd als:

$$E = \sqrt{AU_i \cdot F_j}, \text{ waarbij}$$

AU = het aantal auto's in stroom i gedurende de beschouwde periode en

F = het aantal (brom)fietsers in stroom j gedurende de beschouwde periode.

Het is in dit stadium nog te vroeg om voor dit aspect een uitgebreide vergelijking tussen de locaties onderling uit te voeren. Enerzijds zijn nog niet alle kruispunten in voldoende mate kwantitatief geanalyseerd, anderzijds dienen enkele methodologische aspecten (zie ook paragraaf 4.1.1) eerst nog nader te worden uitgewerkt. Om toch aan te geven hoe een en ander in zijn werk kan gaan, zijn in figuur 10a en b voor een tweetal typen van manoeuvrecombinaties de aantallen conflicten per kruispunt gegeven als functie van de expositiegraad E; figuur 10a voor automobilisten (AU) die vanuit de zijstraat (zone 1) het fietspad naderen met (brom)fietsers uit de richting die het eerst gekruist wordt ( $F_1$ ) en figuur 10b voor AU met (brom)fietsers uit de andere richting ( $F_2$ ).

De fietsroutes in Den Haag en Tilburg zijn grotendeels uitgevoerd als enkelzijdig gelegen in twee richtingen bereden fietspaden. Elk punt in de grafieken vertegenwoordigt een kruispunt. Het quotiënt van het aantal conflicten en de expositiegraad E geeft per kruispunt de eerder genoemde gevaarlijkheidsindex. De getrokken lijn (in beide figuren dezelfde) representeert een dergelijke index, gemiddeld over alle punten (zowel AU- $F_1$  als AU- $F_2$ ). Interacties tussen AU en  $F_1$  (o) scoren overwegend boven deze gemiddelde lijn (figuur 10a) en die tussen AU en  $F_2$  (•) eronder (figuur 10b). Dit betekent dat (brom)fietsers, uit  $F_1$  relatief vaker bij een ernstig conflict zijn betrokken met auto's uit de richting AU dan (brom)fietsers uit  $F_2$ .

De breedte van het fietspad geeft extra ruimte tussen een auto uit AU en fietsers uit  $F_2$ . Te verwachten valt dat het effect omgekeerd optreedt voor auto's die vanuit de andere richting het fietspad naderen. Uit de data (hier verder niet gepresenteerd) blijkt dit inderdaad zo te zijn. Er zijn in dat geval meer conflicten met (brom)fietsers uit  $F_2$  dan uit  $F_1$ . In figuur 10a en b zijn door middel van stippellijnen de gemiddelde gevaarlijkheidsindices per type manoeuvrecombinatie aangegeven. Kruispunten boven de stippellijn zijn voor de betreffende manoeuvrecombinatie relatief onveilig (in termen van conflicten) dan kruispunten die eronder liggen. Het voorgaande voorbeeld is bedoeld als illustratie van een mogelijke aanpak. Een interpretatie, toegepast op de kruispunten zelf, is pas zinnig als meer manoeuvres kwantitatief zijn geanalyseerd.

## 5. Slotopmerking

In het voorgaande zijn de afzonderlijke deelonderzoeken in het kader van de vormgevingsstudie kort besproken. Uitgebreider is ingegaan op het deelonderzoek gedragswaarnemingen op kruispunten met een voorrangregeling. Momenteel wordt gewerkt aan een integratie van de afzonderlijke gedragsaspecten per kruispunt en/of per vormgevings-element. Daarnaast wordt gewerkt aan een afronding van de overige deelonderzoeken. Hierna kan pas een afweging en integratie van de resultaten van de afzonderlijke deelonderzoeken plaatsvinden om te komen tot verantwoorde aanbevelingen.

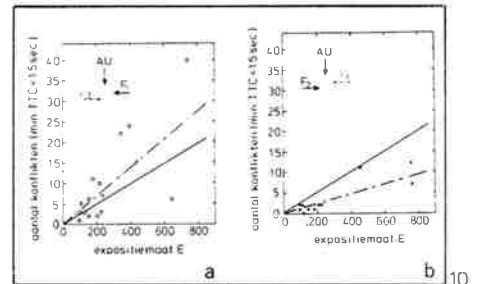
## 6. Referenties

- Broecke, A. A. v.d. en Hoekwater, J. (1979). Kwalitatieve evaluatie van de demonstratie fietsroutes in Den Haag en Tilburg (1) en (2) Verkeerskunde 1979, nr 9 en 10.
- First Workshop on Traffic Conflicts (1977). Institute of Transport Economics, Oslo, Norway, and Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.
- Hayward, J. E. (1972). Near Miss Determination through Use of a Scale of Danger. Report no. TTSC 7115, The Pennsylvania State University, Pennsylvania.

10a/b. Het totaal aantal conflicten per kruispunt als functie van de expositiegraad ( $E = \sqrt{AU \cdot F}$ ). Figuur 10a voor de manoeuvrecombinatie auto's uit zone 1 en (brom)fietsers op de fietsroute, wier pad voor het eerst gekruist wordt ( $F_1$ ). Figuur 10b voor auto's uit zone 1 met (brom)fietsers wier pad als tweede wordt gekruist ( $F_2$ ). De getekende lijnen representeren gevaarlijkheidsindices.

----- gemiddeld per type manoeuvrecombinatie (AU -  $F_1$  of AU -  $F_2$ ) op alle kruispunten.

— gemiddeld voor alle interacties met auto's uit de richting AU (zowel AU -  $F_1$  als AU -  $F_2$ ). Per kruispunt zijn de geanalyseerde perioden niet altijd gelijk.



- Horst, A. R. A. van der en Sijmonsma, R. M. M. (1978). Gedragswaarnemingen op de Demonstratie Fietsroutes in Den Haag en Tilburg, 1: De ontwikkeling van een meetinstrument. Rapport IZF 1978-C32, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Hyden, Ch. (1977). A traffic-Conflicts Technique for Examining Urban Intersection Problems. Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.
- Interimrapport Studiegroep Vormgeving Demonstratie Fietsroutes Den Haag, Tilburg (1979). Rijkswaterstaat, Den Haag.
- Kraay, J. H. en Oppe, S. (1979). Verkeersconflicten als uitgangspunt voor een methode van verkeersveiligheidsonderzoek. Verkeerskunde 1979, nr. 5.
- Tanner, J. C. (1953). Accidents at rural three way junctions. Journal of the Institution of Highway Engineers 2, (11), pag. 56-67.

**Wegwijzer**

# Symposium „Computer en Openbaar Vervoer”

Op vrijdag 9 mei 1980 wordt op de Technische Hoogeschool Delft een symposium gehouden onder het motto „Computer en Openbaar Vervoer”.

Dit symposium wordt georganiseerd door de Vakgroep Automatische Verkeerssystemen van de afdeling der Elektrotechniek van de T.H. Delft in samenwerking met de Sectie Vervoertechniek van het Directoraat-Generaal van het Verkeer van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Het is gewijd aan experimenten in het openbaar vervoer waarbij gebruik gemaakt wordt van moderne informatie- en communicatietechnieken.

In de ochtend zal aandacht besteed worden aan proefnemingen met oproepgestuurd busvervoer in het buitenland. 's Middags wordt het experimentele systeem van dynamische reizigersinformatie van Lyon gepresenteerd,

gevolgd door een uiteenzetting van de toekomstige ontwikkelingen binnen Nederland.

Het voorlopige programma ziet er als volgt uit:

- Opening van het Symposium door Ir. H. A. de Groot, Directeur-Generaal van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

- Ervaringen met RUFBUS  
Dr. Ing. K. Etschberger, Dornier Systeme GmbH Friedrichshafen.
- Ervaringen met RETAX  
Dipl. Ir. Wittman, M.B.B. München.
- Ervaringen met BUSPHONE  
Mr. M. E. Cassy, R.A.T.P.
- Reizigersinformatie Gare Routière Lyon Perrache, Transports en Commun Lyonnais
- Dynamische reizigersinformatie in Nederland  
Ir. W. Verdonck, Sectie Vervoertechniek,

Directoraat-Generaal van het Verkeer

- BUSTAXI Friesland  
Ir. G. J. Dirkse, Sectie Vervoertechniek, Directoraat-Generaal van het Verkeer.
- Paneldiscussie

Datum: 9 mei 1980.

Duur: 9.30 - 16.00 uur.

Plaats: T.H. Delft, Afdeling der Elektrotechniek Mekelweg 4, Delft, collegezaal A.

Kosten deelname:

f 25,00 (Studenten f 15,00 onder vermelding stamnummer) inclusief lunch en documentatie over te maken op girorekening 110850 t.n.v. T.H. Delft onder duidelijke vermelding: t.g.v. code 051561, Symposium.

Inlichtingen:

Vakgroep Automatische Verkeerssystemen tel: 015 - 78 57 40 (de heer Zwijnenberg).