

Fietsers op tweerichtingsfietspaden

De keuze voor en uitvoering van tweerichtingsfietspaden

Datum: 4 oktober 2010

Paul Schepers¹, Dick de Waard², Willy Sweers, Peter Kroeze³

¹ Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart

² Rijksuniversiteit Groningen

³ Bureau Ligtermoet en Partners

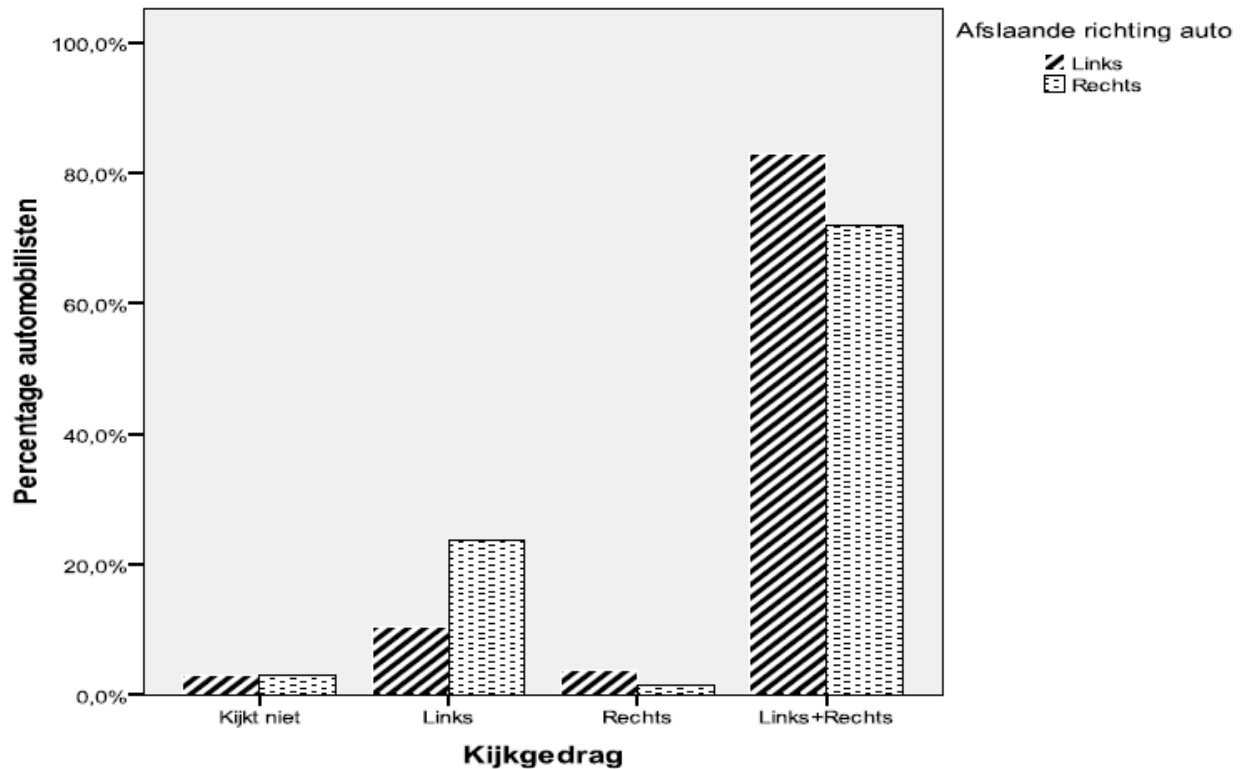
Rijkswaterstaat heeft in 2009 een uitgebreid onderzoek laten uitvoeren naar ongevallen met fietsers op 540 voorrangskruispunten op verkeersaders in zeven steden. Daarbij kwam onder andere het veiligheidsprobleem van tweerichtingsfietspaden naar voren. Tweerichtingsfietspaden brengen op kruispunten meer risico's met zich mee dan eenrichtingsfietspaden omdat automobilisten niet rekenen op de fietsers die uit onverwachte richting komen (van rechts vanuit het perspectief van de zijstraat). Dit artikel bespreekt overwegingen bij de keuze tussen eenrichtings- en tweerichtingsfietspaden en mogelijke compenserende maatregelen als een tweerichtingsfietspad de beste keuze is.

Een korte versie van dit artikel is verschenen in het magazine Fietsverkeer (nr 26, oktober 2010).

1. Achtergronden: kijkstrategie als oorzaak

De belangrijkste oorzaak voor het verhoogde risico voor fietsers die aan de linkerkant van de weg fietsen is de kijkstrategie van automobilisten. Een automobilist die vanuit een zijweg rechtsaf slaat, let met name op verkeer van links, om in te schatten of de weg vrij is. Een bestuurder die linksaf slaat moet daarentegen behalve naar links ook naar rechts kijken om te beoordelen of de weg vrij is. Doordat bij linksaf slaan altijd naar rechts gekeken wordt, is in die gevallen de kans kleiner dat een fietser van rechts over het hoofd gezien wordt. Summala et al. (1996) voerden in Finland een studie uit naar het kijkgedrag van automobilisten bij het naderen van tweerichtingsfietspaden. Bestuurders die linksaf sloegen keken in grote meerderheid naar rechts zodra het zicht in die richting voldoende was. Automobilisten die rechtsaf sloegen keken vooral naar links. Slechts enkelen keken naar rechts.

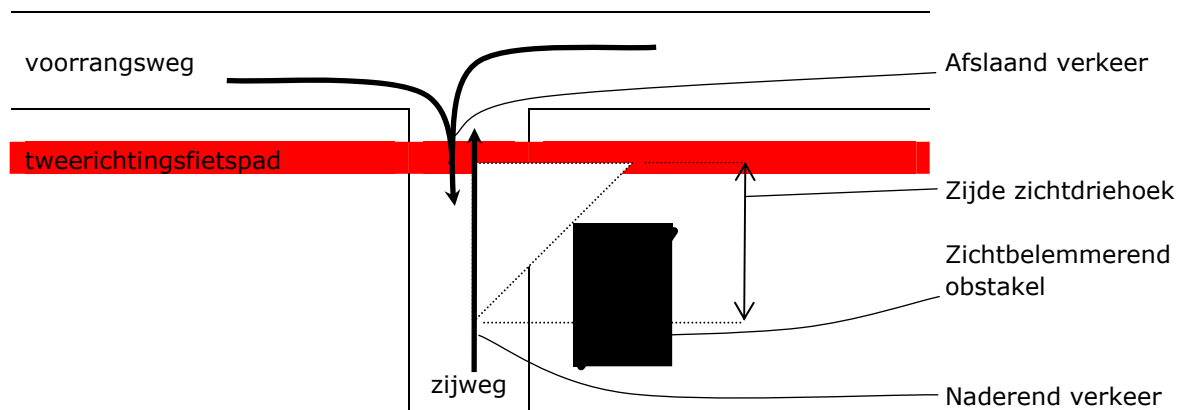
Recent (December 2009/Januari 2010) is door de Rijksuniversiteit Groningen een studie verricht naar het kijkgedrag van automobilisten en fietsers in de stad Groningen (De Boer, 2010; Van Haeften, 2010). Deze werd uitgevoerd op T-kruisingen waarbij de fietser over een fietspad langs een verkeersader rijdt en de auto uit de zijstraat komt. De resultaten stemmen overeen met de resultaten van studies in andere landen. Automobilisten die rechtsaf slaan vanuit de zijstraat kijken minder vaak naar rechts vergeleken bij automobilisten die linksaf slaan. Van de rechtsafslaande automobilisten kijkt 27% niet naar rechts, ondanks de aanwezigheid van een tweerichtingsfietspad (Figuur 1). Van de fietsers die langs een verkeersader rijden (in beide richtingen op een tweerichtingsfietspad) kijkt bijna driekwart de zijstraat niet in als er een auto nadert (Van Haeften, 2010). De combinatie van dit kijkgedrag van automobilisten en fietsers verhoogt het risico.



Figuur 1. Kijkrichting automobilisten die een tweerichtingsfietspad naderen, opgesplitst naar richting waarin de automobilist wil afslaan. Links betekent, alléén naar links gekeken, rechts, alléén naar rechts.

2. Achtergronden: zichtbelemmeringen en dode hoek

Het probleem met de kijkstrategie van automobilisten uit een zijstraat wordt nog verder vergroot bij zichtbelemmeringen aan de rechterzijde van de zijstraat (vanuit het perspectief van een bestuurder uit een zijstraat) of een dode hoek. Deze ontnemen bestuurders de mogelijkheid om fietsers met perifeer zicht te detecteren bij het naderen van de voorrangsweg. Volgens Räsänen et al. (1998) leidt een zichtbelemmering aan de rechterzijde van de zijstraat tot een forse risicoverhoging voor fietsers op een tweerichtingsfietspad. In hun onderzoek beoordeelden zij het zicht als beperkt als de zijde van de zichtdriehoek korter was dan 15 m (zie Figuur 2). Schepers en Voorham (2010) hebben de analyse herhaald in zeven Nederlandse steden waarbij het zicht op dezelfde wijze is beoordeeld en onderscheid is gemaakt tussen bij een ongeval betrokken fietsers die rechts of links van de voorrangsweg reden (N=148). Het blijkt dat een zichtbeperking aan de linkerzijde van de zijweg niet leidt tot een risicoverhoging, maar een zichtbeperking aan de rechterzijde van de zijweg wel. Een zichtbeperking speelt blijkbaar alleen een rol als deze zich bevindt aan de zijde van de zijweg waar een onverwachte fietsers uit kan komen.



Figuur 2. Zichtbeperking aan de rechterzijde van de zijweg

Volgens Schoon, Doumen en De Bruin (2008) gebeuren ongevallen met rechtsafslaande vrachtauto's niet alleen als een vrachtauto vanaf een verkeersader rechtsaf slaat en een rechtdoorgaande fietser over het hoofd ziet, maar ook als een vrachtauto uit een zijstraat een fietspad haaks kruist en de chauffeur een fietser van rechts over het hoofd ziet. Deze situatie komt voor bij voorrangskruisingen en bij het oprijden van rotondes. Vooral fietsers van rechts vormen een aandachtspunt, omdat zij zich in de dode hoek rechts voor de vrachtauto bevinden.

3. Typen oversteekongevallen en –risico's

In een onderzoek naar oversteekongevallen van Rijkswaterstaat en Bureau Ligtermoet en Partners op 540 voorrangskruispunten in zeven steden (Schepers en Voorham, 2010; Kroeze en Sweers, 2009) zijn fietsongevallen onderscheiden in:

- 'langsongevallen' waarbij de voorrangsgerechtigde fietser op of langs een verkeersader wordt aangereden door verkeer in- of uit een zijstraat.
- 'dwarsongevallen' waarbij de fietser vanuit een zijweg of solitair fietspad de voorrangsweg oversteekt en wordt aangereden door (voorrangsgerechtigd) verkeer op de verkeersader.

Op de kruispunten zijn infrastructuurkenmerken en de geregistreerde ongevallen vanaf 2005 tot en met 2008 geïnventariseerd en zijn tellingen van het fiets- en gemotoriseerde verkeer uitgevoerd. Daarmee zijn de etmaalintensiteiten van het fietsverkeer en het gemotoriseerde verkeer geschat. Uit deze gegevens is voor de langs- en dwarsrichting het aantal oversteekongevallen per miljoen passerende fietsers berekend (zie tabel 1).

Tabel 1 Aantallen oversteekongevallen per miljoen passerende fietsers

Ongevaltype	Aantal kruispunten	Geregistreerde ongevallen 2005-2008	Aantal ongevallen per miljoen passerende fietsers
langsongevallen	490	183	0,17
dwarsongevallen	524	156	0,24

Bij ruim driekwart van de langsongevallen komt de tegenpartij van de fietser uit de zijstraat. Van de fietsers die langs een verkeersader rijden kijkt bijna driekwart de zijstraat niet in als er een auto nadert (Van Haeften, 2010). Ze kunnen het ongeval dan niet meer voorkomen. Volgens Räsänen en Summala (1998) anticiperen fietsers er meer op dat ze mogelijk niet worden gezien door automobilisten die afslaan vanaf de verkeersader.

4. Risicocijfers voor verschillende typen fietsvoorzieningen

Rekening houdend met de intensiteit van het fietsverkeer en het gemotoriseerde verkeer is de kans dat een fietser op een tweerichtingsfietspad wordt aangereden grofweg twee keer zo hoog als op een eenrichtingsfietspad. Met negatieve binomiale regressie is het relatieve risico voor verschillende infrastructuurkenmerken bepaald, rekening houdend met intensiteiten (zie tabel 2). De kans op langsongevallen is het kleinst op kruispunten met eenrichtingsfietspaden. Kruispunten met fietsstroken scoren slechter maar dat verschil is niet significant. Op voorrangskruispunten met

tweerichtingsfietspaden is de kans op langsongevallen bijna twee maal zo hoog als op eenrichtingsfietspaden.

Tabel 2 Ongevalkans voor fietsers langs voorrangswegen met verschillende fietsvoorzieningen

Variabele	Aantal kruispunten	Regressie-coëfficiënt ¹	Relatief risico ²	P
intensiteit fietsverkeer langs voorrangsweg	490	0,38		<0,001
intensiteit gemotoriseerd verkeer in- en uit zijweg	490	0,79		<0,001
Type fietsvoorziening				
eenrichtingsfietspad	215	0	1	-
geen fietsvoorziening (gemengd profiel)	40	0,09	1,09	0,841
fietsstrook	167	0,35	1,42	0,157
tweerichtingsfietspad	68	0,68	1,97	0,019
Snelheidsremmer voor verkeer in en uit de zijweg				
niet aanwezig	262	0	1	-
aanwezig	228	-0,66	0,52	<0,01
Totaal	490	318,0	318	1,00

¹ Negatieve binomiale regressie

² Aantal ongevallen in vergelijking met de referentiecategorie uitgaande van gelijke intensiteiten

5. Risico's voor individuele fietsers

Links van de weg fietsen verhoogt in alle gevallen het risico. Clandestien links van de weg fietsen op een eenrichtingsfietspad lijkt het risico nog iets sterker te verhogen dan legaal links van de weg fietsen op een eenrichtingsfietspad. In tabel 3 is weergegeven bij hoeveel van de langsongevallen de fietser links van de weg fietste. Bij tweerichtingsfietspaden is dat tweederde en bij eenrichtingsfietspaden ongeveer eenderde. Om dit af te zetten tegen de expositie heeft Michler bij DVS een beperkte telling uitgevoerd op fietspaden in Delft en Apeldoorn. Hieruit heeft hij geschat dat het risico voor fietsers die (illegaal) links van de weg rijden op een eenrichtingsfietspad ongeveer 5,5 maal zo hoog ligt als voor fietsers die rechts van de weg rijden. Bij tweerichtingsfietspaden is die risicoverhoging ongeveer een factor 4 (Schepers en Voorham, 2010). Dit stemt overeen met een conclusie uit de studie naar het kijkgedrag van automobilisten in Groningen. Bij het rechtsafslaan kijken automobilisten minder vaak naar rechts, maar dit geldt sterker voor een eenrichtingsfietspad dan voor een vergelijkbaar tweerichtingsfietspad (De Boer, 2010). Dit betekent dat de voordelen van eenrichtingsfietspaden teniet gedaan worden als veel fietsers illegaal links van de weg fietsen.

Tabel 3 Richting van het fietsverkeer bij ongevallen in de langsricting (fietser langs verkeersader) per type fietsvoorziening bij het voorrangskruispunt¹

Type fietsvoorziening bij kruispunt	Totaal	Links van de weg	Percentage links van de weg
tweerichtingsfietspad	44	30	68%
eenrichtingsfietspad	61	20	32%
Fietsstrook	81	7	9%
Anders	15	0	0%
Totaal	201	57	27%

¹ De verschillen zijn significant ($\chi^2(3, N=201) = 56,3; p < 0,001$)

6. Botsingen van fietsers met (brom/snor-)fietsers op fietspaden

Er worden bij botsingen tussen fietsers en botsingen van fietsers met brom/snorfietsers op tweerichtingen(brom)fietspaden (inclusief solitaire fietspaden) enkele honderden fietsers per jaar in het ziekenhuis opgenomen (Schepers, 2010). Dat is zeker zo veel als bij de voorrangsongevallen waarop dit artikel zich hoofdzakelijk richt. Dat is een extra reden om eenrichtingsfietspaden te prefereren boven tweerichtingen(brom)fietspaden. Echter, veel van de genoemde botsingen met (snor/brom)fietsers vinden plaats op een fietspad waar een tweerichtingenpad de beste keuze is. Bij solitaire fietspaden zou alleen een rijrichtingscheiding het probleem volledig kunnen verhelpen maar deze oplossing zal in de meeste gevallen onhaalbaar en/of onrendabel zijn. Schepers (2010) beschrijft enkele andere maatregelen waarbij fiets-(brom/snor-)fietsongevallen op tweerichtingenpaden kunnen worden voorkomen:

- Voer binnen de bebouwde kom de maatregel Bromfiets op de Rijbaan zo ver mogelijk door (vooral tweerichtingen(brom)fietspaden zijn riskant). Dit voorkomt botsingen met bromfietsers.
- Maak tweerichtingsfietspaden voldoende breed, voorzie ze van een middenmarkering en van een overrijdbare berm met een minimaal hoogteverschil tussen de berm en de verharding. Dit scheidt een veiligheidsmarge en ruimte voor uitwijkmanoeuvres.

6. Implicaties voor de praktijk: wel of niet kiezen voor een tweerichtingsfietspad

De bovenstaande uitkomsten bevestigen het standpunt zoals geformuleerd in de Ontwerpwijzer Fietsverkeer, namelijk dat in normale situaties een eenrichtingsfietspad de voorkeur verdient. Er zijn echter situaties waarin een tweerichtingsfietspad veiliger is, namelijk als (CROW, 2006):

- een tweerichtingsfietspad de route voor fietsers verkort en/of een logische kortsluiting vormt in een route (als in zo'n geval toch voor eenrichtingsfietspaden wordt gekozen zullen veel fietsers clandestien links van de weg rijden)
- een tweerichtingsfietspad oversteekbewegingen voorkomt.

Daarnaast kunnen de beschikbare ruimte en kosten voor grondverwerving argumenten zijn bij een keuze. Het belangrijkste argument is dat een tweerichtingsfietspad oversteekbewegingen voorkomt, met als nadeel dat de kans op botsingen tussen fietsers toeneemt. Uit de risicocijfers in paragraaf 3 en 4 valt af te leiden dat het uitmaakt welke typen oversteekbewegingen worden gegenereerd. Met die kennis zijn in het onderstaande tekstkader meer gedetailleerde vuistregels afgeleid. Die zijn echter complexer en daardoor moeilijker toepasbaar voor praktijkmensen. Een goed voorbeeld van een tweerichtingsfietspad is opgenomen in figuur 4. In figuur 5 is een verkeersader weergegeven waar onnodig voor twee tweerichtingsfietspaden is gekozen.

Meer gedetailleerde vuistregels bij de keuze voor eenrichtings- of tweerichtingsfietspaden

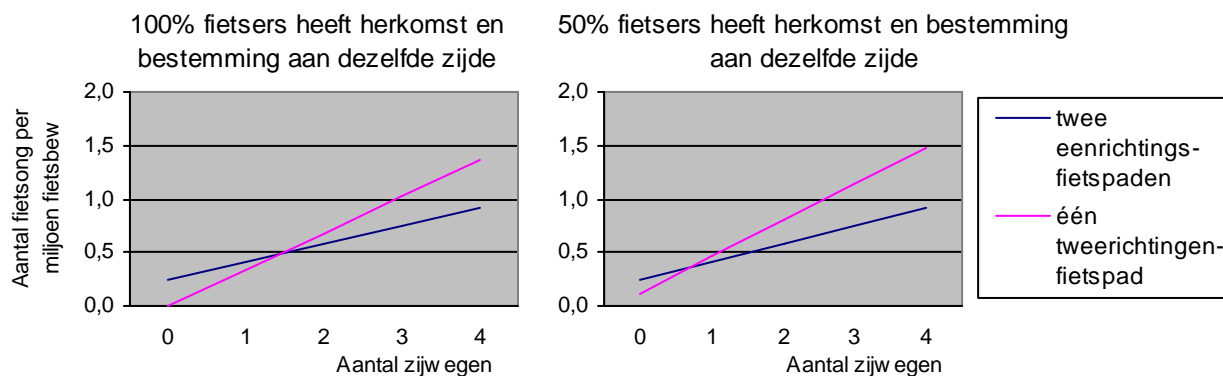
Aan de hand van risicocijfers zijn de volgende twee vuistregels geformuleerd:

1. Als een verkeersader met name aansluitingen heeft aan één zijde, is een tweerichtingsfietspad aan de andere zijde meestal het veiligste. Deze vuistregel geldt alleen als het aantal aansluitingen aan de ene zijde minimaal twee maal zo hoog is als aan de andere zijde en als niet teveel extra oversteekbewegingen (dwars) over de verkeersader worden gegenereerd door de gekozen oplossing. Toepassing van deze regel voorkomt conflicten met verkeer dat de verkeersader in- of uitrijdt.
2. Herkomsten en bestemmingen van fietsers:
 - 2a. Als het overgrote deel van het fietsverkeer een herkomst en bestemming aan één zijde van de verkeersader heeft zal een tweerichtingsfietspad aan die zijde het veiligste zijn, ook als het tweerichtingsfietspad meerdere zijwegen kruist.
 - 2b. Als minimaal de helft van de fietsers een herkomst en bestemming aan dezelfde zijde heeft kan overwogen worden om langs een deel van de verkeersader een tweerichtingsfietspad aan te leggen. Bij zo'n aandeel kruist het fietspad bij voorkeur hooguit een enkele zijweg.
 - 2c. Als het aandeel minder dan de helft is, is de oplossing met twee eenrichtingsfietspaden meestal het veiligste.

Door de tweede vuistregel wordt rekening gehouden met mogelijk misbruik. Naarmate meer fietsers een herkomst en bestemming aan dezelfde zijde van de verkeersader hebben mag worden verwacht dat meer fietsers clandestien tegen de richting in fietsen.

Met aansluitingen aan beide zijden (viertakskruispunten) kunnen tweerichtingsfietspaden veiliger zijn dan eenrichtingsfietspaden. Dat is met name het geval als veel fietsers hun herkomst en bestemming aan dezelfde zijde van de weg hebben en zeker als ze slechts over een korte afstand (met weinig aansluitingen) langs de verkeersader hoeven te fietsen. Het tweerichtingsfietspad voorkomt dat fietsers de verkeersader oversteken. Figuur 3 (linker grafiek) toont op basis van de gemiddelde risico's in tabel 1 en 3 hoe de risico's zich verhouden tot het aantal viertakskruispunten als alle fietsers hun herkomst en bestemming aan dezelfde zijde van de verkeersader hebben. Tot en met ongeveer twee zijwegen is een tweerichtingsfietspad even veilig of veiliger. Dit wordt in deze situatie nog versterkt als er rekening mee wordt gehouden dat veel fietsers in deze situatie bij de keuze voor twee eenrichtingsfietspaden clandestien links van de weg zullen fietsen om oversteekbewegingen te voorkomen. Als het clandestien links van de weg fietsen met 10% stijgt kan dat leiden tot een risicostijging van bijna 50% als we uitgaan van een factor 5,5 verhoogd risico voor clandestien links van de weg fietsen ($10\% * 5,5 + 90\% * 1 = 1,5$). In dat geval is het tweerichtingsfietspad zelfs tot en met drie aansluitingen minimaal even veilig.

Een lastige vraag is tot welk aandeel fietsers met een herkomst en bestemming aan dezelfde zijde het beste gekozen kan worden voor een tweerichtingsfietspad. Hiervoor is geen standaard antwoord. Het hangt af van de precieze verkeersintensiteiten en ook van het type fietsers. Michler vond bijvoorbeeld dat jongeren vaker links van de weg fietsen dan ouderen (Schepers, Voorham, 2010). Om te verkennen waar het breekpunt ligt is opnieuw een indicatieve berekening gemaakt op basis van de risicocijfers in tabel 1 en 3 (zie rechter grafiek in figuur 3). Daarbij is ervan uitgegaan dat de helft van alle fietsers de herkomst en bestemming aan dezelfde zijde heeft. Dan zou het risico met één tweerichtingsfietspad theoretisch iets onveiliger zijn dan de oplossing met twee eenrichtingsfietspaden. Het tweerichtingsfietspad zou dan clandestien links van de weg fietsen voorkomen, maar zou anderzijds ook fietsers uitnodigen om onnodig links van de weg te fietsen. Fietsers die wel een herkomst en bestemming aan verschillende zijden hebben kunnen, als ze niet direct bij het eerste kruispunt kunnen oversteken, doorrijden naar het volgende kruispunt in de hoop dat ze daar makkelijker kunnen oversteken. Kortom, als minimaal de helft van de fietsers een herkomst en bestemming aan dezelfde zijde heeft zou langs een deel van de verkeersader voor een tweerichtingsfietspad gekozen kunnen worden. Bij meer zijwegen is de oplossing met twee eenrichtingsfietspaden veiliger.



Figuur 3. Risico bij twee eenrichtingsfietspaden of één tweerichtingsfietspad als alle fietsers (linker grafiek) of eenderde van de fietsers (rechter grafiek) hun herkomst en bestemming aan dezelfde zijde van de weg hebben (indicatieve berekening op basis van de gemiddelden in tabel 1 en 3)

Toelichting op de berekening voor figuur 3 en de indicatieve berekeningen

Linker grafiek waarbij alle fietsers de herkomst en bestemming aan dezelfde zijde hebben

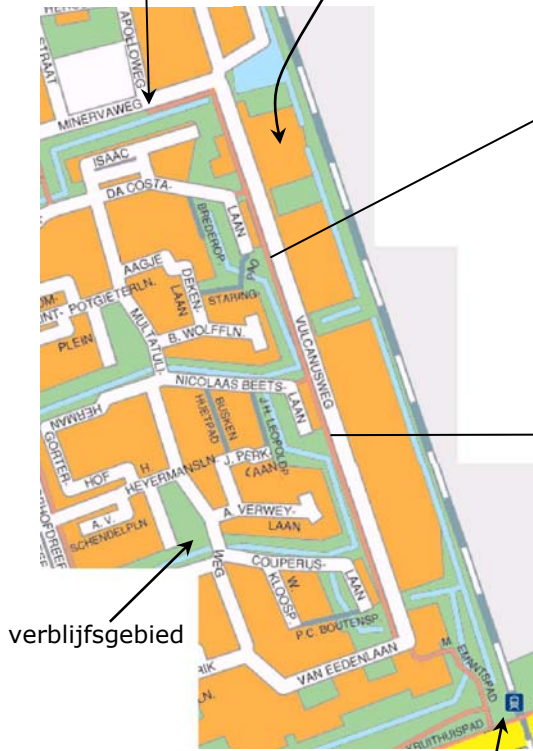
- Voor de oplossing met twee eenrichtingsfietspaden geldt dat de *helft* van de fietsers (ook bij 0 zijwegen) *twee* maal de verkeersader moet oversteken (risico 0,24). Voor alle over te steken zijwegen is het risico 0,17. Met y als risico en x aantal zijwegen is de formule: $y = 0,24 + 0,17x$
- Voor de oplossing met één tweerichtingsfietspad hoeven fietsers de verkeersader niet over te steken (geen risico bij 0 zijwegen). Het risico van de zijwegen die overgestoken moeten worden verdubbelt (risico is $2 * 0,17 = 0,34$). De formule is dan $y = 0,34x$.

Rechter grafiek waarbij de helft van de fietsers haar herkomst en bestemming aan dezelfde zijde heeft:

- Voor de oplossing met twee eenrichtingsfietspaden geldt dezelfde formule als wanneer alle fietsers de herkomst en de bestemming aan dezelfde zijde hebben. Bij een heen en terugrit moeten fietsers gemiddeld per rit één keer de verkeersader oversteken. De formule blijft: $y = 0,24 + 0,17x$
- Voor de oplossing met één tweerichtingsfietspad is er een verschil tussen fietsers die de herkomst en bestemming aan dezelfde zijde hebben en fietsers die de herkomst en bestemming aan een verschillende zijde hebben. Voor de eerste groep geldt dezelfde formule (geen risico voor het oversteken van de verkeersader). Voor de tweede groep geldt dat voor iedere rit de verkeersader overgestoken moet worden (risico 0,24 voor de helft van de fietsers), terwijl het risico bij het kruisen van zijwegen verhoogd is (risico is $2 * 0,17 = 0,34$). De formule wordt $y = 0,12 + 0,34x$

Beginpunt
tweerichtingsfietspad

Bedrijventerrein



verblijfsgebied

Station
Delft-Zuid



Figuur 4. Een goede keuze voor een tweerichtingsfietspad langs de Vulcanusweg in Delft richting station Delft-Zuid: verkeer voor het bedrijventerrein komt niet in conflict met fietsers; aan de zijde van het verblijfsgebied waar het fietspad ligt zijn er geen zijwegen



Figuur 5 Een voor de veiligheid ongunstige keuze voor tweerichtingsfietspaden aan beide zijden van de weg: de meeste fietsers hebben een herkomst en bestemming aan verschillende zijden; door het tweerichtingsfietspad wordt onnodig links van de weg gefietst

8. Compenserende maatregelen als gekozen wordt voor een tweerichtingsfietspad

In sommige gevallen is een tweerichtingsfietspad de beste en veiligste oplossing. In die gevallen is het zaak om de kruispunten met tweerichtingsfietspaden zo veilig mogelijk uit te voeren. De oorzaak van het probleem kan worden aangepakt door:

- De snelheid van het gemotoriseerde verkeer af te remmen zodat bestuurders meer tijd hebben om fietsers te detecteren. Dit kan met verhoogd op drempels aangelegde fietspaden en uitritconstructies.
- Bestuurders uit de zijstraat te attenderen op de mogelijkheid van fietsers van rechts.

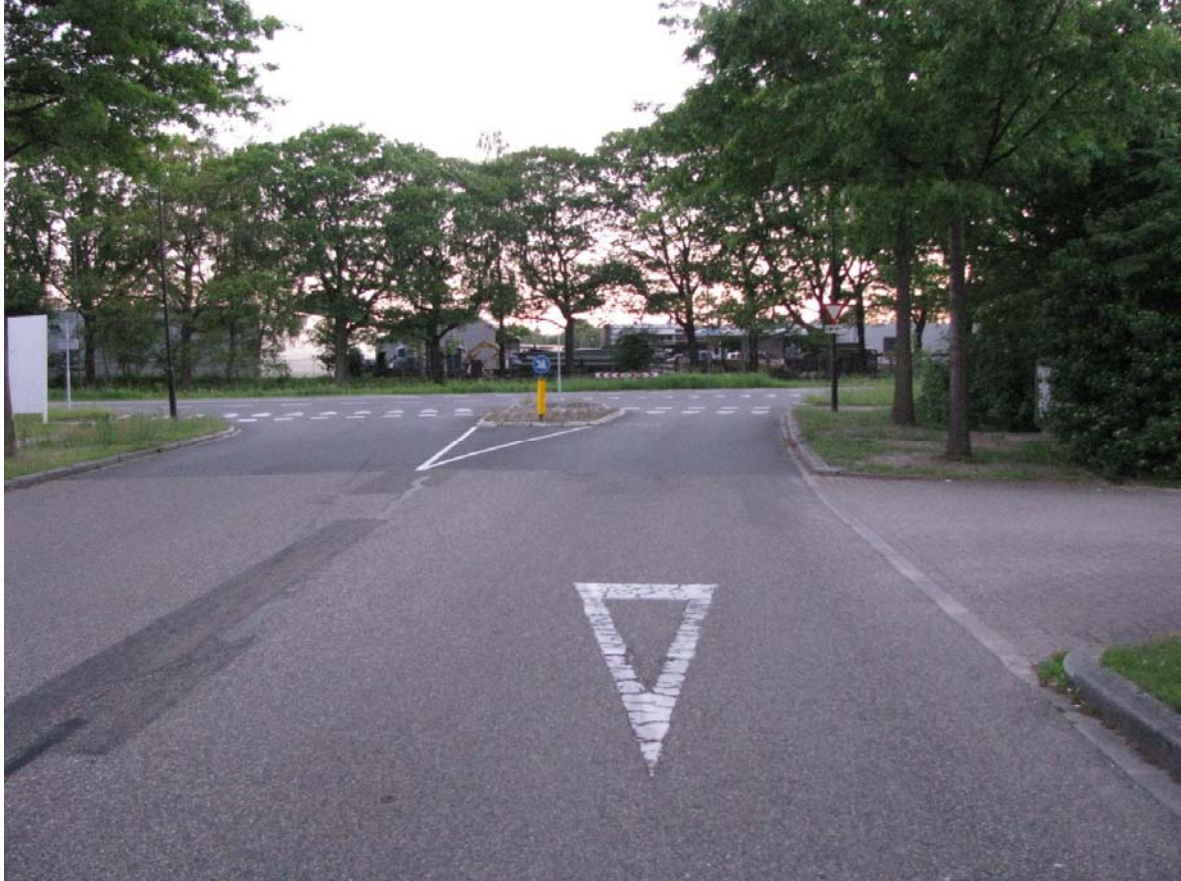
In het geval dat een bestuurder uit een zijstraat te maken heeft met een zichtbeperking aan de rechterzijde van de zijweg is het risico extra verhoogd en zijn alle mogelijke compenserende maatregelen nodig om een acceptabel veiligheidsniveau te bereiken (zie paragraaf 2).

Snelheidsremmers

Een snelheidsremmer voor verkeer dat een zijweg van een verkeersader in- en uitrijdt is in alle gevallen (ook bij eenrichtingsfietsen en fietsstroken) een effectief middel om de veiligheid te vergroten (zie tabel 3). Uit onderzoek blijkt dat het kijkgedrag van automobilisten verbetert na de introductie van snelheidsremmende maatregelen, namelijk snelheidsdrempels en stopborden. De fietsoversteek voorzien van een eigen kleur (zonder snelheidsverlagende maatregel) heeft geen effect (Summala et al., 1996).

Attentieverhogende maatregelen

In Figuur 6 zijn twee foto's afgebeeld waarbij een bestuurder een tweerichtingsfietspad nadert. De waarschuwingsdriehoek op ca 30 m voor het fietspad bevordert het attentieniveau van bestuurders maar attendeert hen niet op de mogelijkheid van fietsers uit de onverwachte richting. Ongeveer 15 m voor het fietspad is een onderbord met een dubbele pijl moeilijk zichtbaar. Bestuurders zien dit soort borden vaak over het hoofd (Charlton, 2006), zeker als ze het kruispunt met een hoge snelheid naderen. Deze situatie vraagt om aanvullende maatregelen want ook het zicht aan de rechterzijde van de zijweg is beperkt.



Figuur 6. Foto bij nadering van ene tweerichtingsfietspad vanaf 30 m (boven) en 15 m (onder)

Markering

Het veiligheidsrendement van de waarschuwingdriehoek zoals in figuur 6 kan worden verbeterd met een fietssymbool en twee pijlen om te duiden op verkeer uit twee richtingen. Dit kan het kijkgedrag van automobilisten verbeteren. Een rode kleur op het fietspad helpt niet (Räsänen, Summala en Pasanen, 1998). Schepers en Voorham (2009) en Kroeze en Sweers (2009) vonden in hun studie zelfs een averechts effect. Dit is waarschijnlijk te verklaren doordat deze markeringmiddelen voor automobilisten pas laat zichtbaar zijn in tegenstelling tot een waarschuwingdriehoek op een aantal meters vóór het kruispunt. Een tweede verklaring is dat de goede markering en opvallende kleur bij de fietsers wellicht een gevoel van veiligheid oproept, met als gevolg een lager attentieniveau.

Bebording

Het effect van bebording kan worden verbeterd met een fluorescerend achtergrondschild. In de studie in Groningen is geëxperimenteerd met een actief waarschuwingbord dat kan knipperen wanneer een fietser over het fietspad nadert om het kijkgedrag van automobilisten te verbeteren. Het bord is op twee locaties geplaatst en getest in een passieve en een actieve conditie (figuur 7 en 8). In de actieve conditie werden er knipperlampen rondom het bord geactiveerd als er een fietser de kruising naderde.

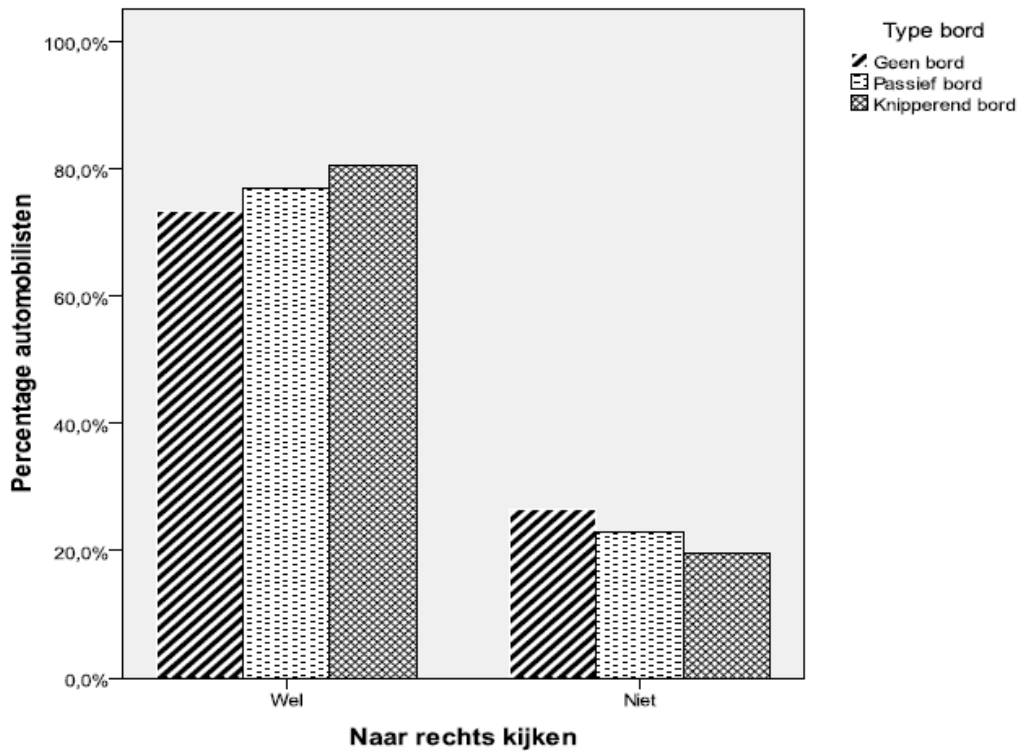
Er was toestemming verkregen van de gemeente Groningen om het bord op twee locaties één dag te plaatsen. Op de drukste locatie (afgebeeld in figuur 7 en 8) keek, voordat het bord geplaatst was, 18 % van de alle automobilisten *niet* naar rechts. Een passief bord had op deze locatie niet veel effect, het percentage bleef ongeveer gelijk. Bij een actief bord echter, nam het percentage dat niet keek af tot 8%. Omdat het bord maar een halve dag per locatie zichtbaar was, zijn de gegevens van de drukke en rustige locatie ook samengenomen. In figuur 9 is te zien dat een passief bord er toe leidt dat meer automobilisten naar rechts kijken en dat dit percentage verder toeneemt als het bord geactiveerd wordt. Vanwege het beperkt aantal observaties wordt het niveau van statistische significantie niet bereikt en is er slechts sprake van een hoopgevende trend. Het is daarom van belang om een eventuele toepassing van het bord goed te evalueren. Hiervoor kan eventueel contact worden opgenomen met de Rijksuniversiteit Groningen.



Figuur 7. Passief bord dat waarschuwt voor fietsers uit twee richtingen



Figuur 8. Actief bord (geactiveerd bij nadering fietser)



Figuur 9, Kijkgedrag van automobilisten bij een tweerichtingsfietspad voordat het bord is opgehangen, in de conditie met een passief, en een actief bord.

Samenvatting compenserende maatregelen

Het is aan te bevelen om bij de keuze voor een tweerichtingsfietspad altijd snelheidsremmende maatregelen toe te passen door het fietspad over een drempel te leiden. Ter voorkoming van fiets- fietsongevallen is nodig: voldoende breedte, een overrijdbare berm en een middenmarkering. De zwaarte van andere compenserende maatregelen kan worden bepaald aan de hand van de intensiteiten en eventuele zichtbeperkingen. Vooral hoge intensiteiten van het autoverkeer in- en uit de zijstraat leiden tot een grotere kans op ongevallen waardoor compenserende maatregelen snel rendabel zijn. Een zichtbeperking verhoogt het risico zodat zelfs bij lage intensiteiten compenserende maatregelen nodig zijn. Het gaat daarbij alleen om zichtbeperkingen aan de rechterkant van de zijweg voor bestuurders uit de zijweg. Het zicht is beperkt als de hoek op circa 15 m voor het fietspad minder is dan 45°, ofwel als de zijde van de zichtdriehoek in figuur 2 korter is dan 15 m. De maatregelen zijn samengevat in tabel 4.

Tabel 4 Schema voor de keuze van bebording om automobilisten op een tweerichtingsfietspad te attenderen (ervan uitgaande dat andere maatregelen genomen zijn zoals snelheidsremmers en markering)

Zicht naar rechts (vanuit de zijweg) ¹	Auto-intensiteit op de zijweg (per etmaal)	Compenserende maatregelen
Goed	< 1.000 mvt per etmaal	Onderbord volstaat
Goed	1.000 tot 4.000 mvt per etmaal	Onderborden en waarschuwingsdriehoek op het asfalt vóór het kruispunt
Beperkt	< 4.000 mvt per etmaal	Waarschuwingbord met fluorescerend achtergrondschild of stopbord met onderbord om te waarschuwen voor fietsers van rechts plus waarschuwingsdriehoek op het asfalt vóór het kruispunt
Beperkt	> 4.000 mvt etmaal	Altijd een waarschuwingbord met fluorescerend achtergrondschild of stopbord met onderbord toepassen. Daarnaast kan een actief (knipperend) waarschuwingbord worden overwogen; waarschuwingsdriehoek op het asfalt vóór het kruispunt

¹ De zichthoek op circa 15 m voor het fietspad is minder is dan 45°. Het gaat hierbij om zicht op fietsers van rechts vanuit het perspectief van verkeer vanuit de zijstraat.

Literatuur

Charlton, S.G. (2006). Conspicuity, memorability, comprehension, and priming in road hazard warning signs. *Accident Analysis and Prevention*, 38, 496-506.

CROW (2006). Ontwerpwijzer Fietserverkeer, CROW-publicatie 230. Ede: CROW.

De Boer, R. (2010). Kijkgedrag van automobilisten op T-kruisingen alvorens het oversteken van een tweerichtingenfietspad. Masterthese, Psychologie. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.

Kroeze, P.A., Sweers, W. (2009). Oversteekveiligheid van fietsers, een empirisch onderzoek naar voorrangskruispunten in 50 km/h wegen binnen de bebouwde kom. Gouda: Ligtermoet en Partners.

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

Räsänen, M., Summala, H. (1998). Attention and expectation problems in bicycle-car collisions: An in-depth study. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 657-666.

Schepers, J.P., Voorham, J. (2010). Oversteekongevallen met fietsers; Het effect van infrastructuurkenmerken op voorrangskruispunten. Delft: Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.

Schepers, J.P. (2010). Fiets-fietsongevallen; Botsingen tussen fietsers. Delft: Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.

Schoon, C.C., Doumen, M.J.A., Bruin, D., de (2008). De toedracht van dodehoekongevallen en maatregelen voor de korte en lange termijn. Leidschendam: SWOV.

Summala, H., Pasanen, E., Räsänen, M., Sievänen, J. (1996). Bicycle accidents and drivers' visual search at left and right turns. *Accident analysis and prevention*, 28, 147-153.

Van Haften, M. (2010). Het kijkgedrag van automobilisten en fietsers bij kruispunten met een tweerichtingenfietspad. Masterthese, Psychologie. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.