

DE VEILIGHEID VAN FIETSVORZIENINGEN - EEN LITERATUURSTUDIE

Artikel Verkeerskunde 34 (1983) 1: 36 t/m 41

R-83-3

Ir. A.G. Welleman

Leidschendam, 1983

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

SAMENVATTING

Overzicht van onderzoek naar het effect van fietsstroken en gescheiden fietspaden op het aantal ongevallen waarbij fietsers en bromfietzers zijn betrokken. Het artikel behandelt 21 onderzoeksrapporten uit verschillende landen. Buiten de bebouwde kom is geen onderscheid gemaakt tussen fietsers en bromfietzers. Er is slechts één Nederlandse studie verricht naar het effect van voorzieningen voor fietsers binnen de bebouwde kom, de rest is buitenlands onderzoek. De rapporten leiden niet tot eenstemmige conclusies.

SUMMARY

Safety of bicycle provisions - A literature study

Review of research being done on the effect of bicycle lanes or separate cycle paths on the number of accidents in which cyclists and moped riders involved. The article deals with 21 reports on research in various countries. Outside built-up areas no distinction has been made between cyclists and moped riders. Only one Dutch study has been done into the effect of provisions for cyclists within the built-up area; the rest is foreign research. The reports do not lead to unanimous conclusions.

1. INLEIDING

Sinds 1978 is de SWOV bezig met een uitgebreid onderzoek naar het effect van fietsstroken en vrijliggende fietspaden op de veiligheid van fietsers en bromfietzers. Het onderzoek beperkt zich tot de situatie binnen de bebouwde kom. Ten behoeve van de hypothesevorming is in het kader van dit onderzoek een literatuurstudie uitgevoerd, die ook betrekking heeft op de situatie buiten de bebouwde kom. Omdat het totale onderzoek niet op zeer korte termijn zal worden afgerond, heeft de SWOV besloten de resultaten van de literatuurstudie - in enigszins verkorte vorm - apart te publiceren. Aanleiding hiervoor zijn de vele vragen die wegbeheerders de SWOV stellen over het effect van de aanleg van fietsstroken en vrijliggende fietspaden.

Bij de literatuurstudie zijn fietsers en bromfietzers zoveel mogelijk apart beschouwd. Weliswaar maken beide categorieën verkeersdeelnemers veelal gebruik van dezelfde ruimte, maar er zijn duidelijke verschillen tussen beide groepen in verkeersgedrag en ongevallenbeeld. Verder is er ook een onderscheid gemaakt tussen kruispunten en wegvakken. Een probleem hierbij was, dat niet alle onderzoekers dezelfde definitie van een kruispunt hanteren. De één verstaat er alleen een kruising van twee verkeersaders onder, de ander ook de aansluiting van een woonstraat op een verkeersader. Bovendien zijn er verschillen in de wijze waarop ongevallen aan een wegvak dan wel een kruispunt worden toegekend. Het gaat daarbij met name om ongevallen die dicht bij een kruisingsvlak hebben plaatsgevonden. Het is dan vaak onduidelijk of ze verklaard moeten worden uit kenmerken van het wegvak of uit kenmerken van het kruispunt. Overigens zal in veel gevallen de toekenning niet gedaan zijn door de onderzoeker, maar door de registrerende instantie.

2. DE VEILIGHEID VAN FIETSERS

2.1. Het effect van vrijliggende fietspaden

Goldberg & Gazares (1962) hebben in Frankrijk een onderzoek verricht naar de verschillen in veiligheid tussen verkeersaders (routes nationales) zonder fietsvoorzieningen (356 km), met een fietspad aan één zijde (421 km) en met een fietspad aan twee zijden (63 km). De onderzochte stukken weg liggen binnen de bebouwde kom of daar tegenaan. Er is gebruik gemaakt van alle letselongevallen die in 1960 hebben plaatsgevonden en waarbij fietsers of bromfietsers waren betrokken. Over wegen met een fietspad aan één zijde van de weg concluderen de onderzoekers dat zo'n fietspad (dat in twee richtingen wordt bereden) de veiligheid van fietsers en bromfietsers niet bevordert. Ze vinden dan ook dat zulke fietspaden niet moeten worden aangelegd.

De effecten van fietspaden aan twee zijden van de weg kunnen als volgt worden samengevat:

- De ongevalratio van fietsers (het aantal letselongevallen per 10⁶ fietskm) is op de wegvakken met fietspaden lager dan op de wegvakken zonder fietspaden: 1,98 tegen 3,27. Dit resultaat moet echter voorzichtig worden gehanteerd vanwege de geringe lengte van de onderzochte wegen met tweezijdige fietspaden. Uit het onderzoek blijkt verder dat van de 11 letselongevallen op de wegvakken met fietspaden er 5 op de rijbaan plaatsvonden. De onderzoekers geven als verklaring hiervoor dat een aantal fietsers geen gebruik maakt van het fietspad.
- Uit een vergelijking van het aantal ongevallen op kruispunten in wegen met en zonder fietspaden leiden de onderzoekers af dat de eerstgenoemde kruispunten ca. 30% veiliger zijn. Dit resultaat heeft betrekking op fietsers en bromfietsers tezamen. Over de functie van de kruisende wegen wordt geen informatie verstrekt.

Een vaak aangehaald onderzoek is een Deens onderzoek uit 1969 (Rådet for trafikikkerhedsforskning, 1969; Jörgensen en Rabani, 1969). De onderzoeksresultaten zijn gebaseerd op een gegevensbestand van beperkte omvang. Er zijn vier trajecten in Kopenhagen onderzocht, in totaal 5,4 km met vrijliggende fietspaden en 3,9 km zonder. Daarop zijn in de periode 1965 t/m 1967 resp. 107 en 200 letselongevallen gebeurd waar-

bij fietsers waren betrokken en 409 en 411 letselongevallen waarbij geen fietsers waren betrokken.

De resultaten kunnen als volgt worden samengevat:

- De ongevallenratio op wegvakken is duidelijk veel lager bij wegen met fietspaden dan bij wegen zonder fietspaden. Zeker als alleen ongevallen worden beschouwd waarbij fietsers zijn betrokken: 3,32 tegen 8,46. De ongevallen waarbij geen fietsers zijn betrokken, geven een minder groot verschil in ongevallenratio te zien: 5,21 tegen 6,31. (De ongevallenratio is hier uitgedrukt in het jaarlijks aantal ongevallen, gedeeld door de gemiddelde dagverkeersprestatie van de betreffende categorieën verkeersdeelnemers: ongevallen per 10^4 voertuigkm).
- De ongevallenratio op kruispunten (ongevallen per kruispunt/ 10^5 gepasseerde voertuigen) wordt nauwelijks beïnvloed door de aanwezigheid van fietspaden op twee van de kruispunttakken. Op kruispunten met fietspaden ligt de ongevallenratio voor fietsers iets hoger dan op kruispunten zonder fietspaden: 4,34 tegen 4,06. Voor ongevallen waarbij geen fietsers zijn betrokken, ligt de ongevallenratio op kruispunten met fietspaden wat lager: 3,67 tegen 4,37. (De ongevallenratio is hier uitgedrukt in het jaarlijkse aantal ongevallen per 10^5 gepasseerde voertuigen per dag).

De Deen Laursen (1978) rapporteert over een aantal onderzoeken die in Denemarken zijn of worden uitgevoerd. Met name hetgeen hij opmerkt over een niet gepubliceerd rapport (Lyager, 1976) is vermeldenswaard. Met gebruikmaking van gegevens uit Kopenhagen en Frederiksberg over de jaren 1970 t/m 1973 concludeert Lyager dat fietspaden het aantal letselongevallen van fietsers met ten minste 30% reduceren. Met behulp van de gegevens van een aantal geselecteerde trajecten (22 km met en 13 km zonder fietspaden) komt Lyager tot een uitspraak over het maximaal mogelijke effect van fietspaden op de veiligheid van fietsers. Afhankelijk van het aantal zijstraten per kilometer kan de ongevallenratio door de aanleg van fietspaden volgens hem met 60-80% dalen. Deze cijfers hebben betrekking op weggedeelten die begrensd worden door kruisingen van verkeersaders. De kruisingen zelf zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. Wat onder de ongevallenratio wordt verstaan, is niet vermeld.

Een Finse analyse van het effect van verkeersveiligheidsmaatregelen voor het langzaam verkeer suggereert dat het effect van de aanleg van vrijliggende fietspaden niet moet worden overschat (National Board of Public Roads and Waterways, 1978). In de periode 1970 t/m 1974 zijn in Finland een aantal verkeerstechnische maatregelen getroffen voor voetgangers, fietsers en bromfietsers, zoals: de aanleg van vrijliggende fietspaden, trottoirs, bruggen en tunnels. Bij vergelijking van de ongevalgegevens uit de voorperiode en de naperiode bleek het aantal ongevallen binnen de invloedssfeer van de maatregelen minder te zijn gedaald dan volgens de landelijke trend mocht worden verwacht. Dat de maatregelen een negatief effect hebben gehad, mag hieruit niet worden geconcludeerd. De maatregelen werden namelijk uitgevoerd in groeigebieden. Na de aanleg nam het langzaam verkeer toe en het maakte bovendien nog onvoldoende gebruik van de voorzieningen. Mocht er desalniettemin sprake zijn van een negatief effect, dan zou dit mede verklaard kunnen worden uit het feit dat het ontwerp en de constructie van de voorzieningen nog gebrekkig waren.

Alrutz & Meewes (1980) hebben in Keulen een onderzoek uitgevoerd met gegevens van ongevallen waarbij een fietser en/of mofaberijder betrokken was. Alleen ongevallen met letsel of met DM 1000 of meer schade zijn in beschouwing genomen. Van tien weggedeelten met een hoge ongevallendichtheid zijn de gegevens van in totaal 722 ongevallen geïventariseerd. Daarnaast zijn ook de intensiteiten van de fietsers, de mofa's en het autoverkeer gemeten. Bovendien is voor elk van die tien weggedeelten op een typerend stuk van 100 m lengte het aantal "storingen" vastgesteld. Als storingen zijn aangemerkt de kruisingen van het pad van de tweewielers door auto's bij in- en uitritten en bij parkeerplaatsen. Op de weggedeelten met fietspaden (drie aan twee zijden en drie aan één zijde van de weg) bevinden de parkeerplaatsen zich rechts van dat pad. De afscheiding tussen rijbaan en fietspad bestaat slechts uit een smalle markering met een enigszins verhoogd profiel, of het gehele fietspad is enigszins verhoogd ten opzichte van de rijbaan.

De ongevallen op de tien weggedeelten bleken ongeveer gelijk verdeeld te zijn over wegvakken en kruispunten.

Op de wegvakken van de tien weggedeelten bleek er een sterke samenhang

te bestaan tussen de ongevallenratio voor tweewielers (ongevallen per 10^6 afgelegde km) en de kans op storingen. Indien wordt gecorrigeerd voor deze kans op storingen, kan er op wegvakken nauwelijks een verschil in ongevallenratio worden geconstateerd tussen de weggedeelten met een tweezijdig fietspad, met een eenzijdig fietspad en zonder fietspad.

De conclusie van de onderzoekers dat fietspaden in de vorm waarin ze doorgaans voorkomen geen garantie bieden voor minder ongevallen, lijkt aannemelijk. Maar controle op de deugdelijkheid van deze conclusie is met behulp van de gepresenteerde informatie niet mogelijk. Voorts lijken fietspaden in Keulen anders te worden gebruikt dan in Nederland. Op de weggedeelten met fietspaden aan beide zijden maakte 80% van de fietsers en 36% van de mofaberijders gebruik van die fietspaden. Een kwart van die fietsers en een vijfde van die mofaberijders reed tegen de stroom in, aan de "verkeerde" kant van de weg. Bovendien reed 15% van de fietsers en 3% van de mofaberijders op het voetpad naast het fietspad. Als de ongevallen op het fietspad en de rijbaan worden gerelateerd aan de verkeersprestatie, blijken fietsers op de rijbaan driemaal zoveel risico te lopen als op het ernaast gelegen fietspad. Tegen de stroom in rijden op een fietspad blijkt voor fietsers en mofaberijders tezamen ruim twee maal zo gevaarlijk te zijn als met de stroom meerijden. Behalve naar de kans op ongevallen hebben Alrutz & Meewes ook gekeken naar de ernst van ongevallen. Op wegvakken bleken de ongevallen op fietspaden gemiddeld minder ernstig af te lopen (voor fietsers en mofaberijders tezamen) dan de ongevallen op de rijbaan. Van alle letselongevallen op de fietspaden had 13% zwaar letsel of de dood tot gevolg; op de rijbaan was dat 21%. Vergelijkbare informatie over de ernst van ongevallen op kruispunten wordt niet gegeven.

Köhler & Leutwein (1981) hebben getracht om de invloed van fietspaden op de verkeersveiligheid vast te stellen voor wegen buiten de bebouwde kom. Zij gebruikten de gegevens van 741 door de politie geregistreeerde ongevallen waarbij een fietser, mofa- of mopedberijder betrokken was. Het gaat hier om ongevallen die tussen 1975 en 1977 hebben plaatsgevonden op in totaal 1283 km weg in de districten Karlsruhe en Rhein-Neckar. Langs \pm 60 km bevinden zich vrijliggende fietspaden, langs \pm 30 km fiets(suggestie)stroken en langs \pm 40 km aanliggende, gecombineerde voet/fietspaden; aan beide zijden van de weg.

De auteurs verschaffen slechts summiere informatie over hun onderzoeksmateriaal. De ernst van de ongevallen wordt niet aangegeven. De koppeling van ongevalgegevens, intensiteitsgegevens en type fietsvoorziening is niet te reconstrueren. De uitkomsten van hun onderzoek zijn dan ook slechts op onderdelen controleerbaar. Als expositie maat hantieren zij het aantal tweewielers dat per tijds- en lengte-eenheid door auto's wordt ingehaald. Hun belangrijkste conclusies zijn:

- De wegvakken met vrijliggende fietspaden aan weerszijden hebben een duidelijk lagere ongevallenratio dan de wegen zonder fietsvoorzieningen. De kruispunten in de wegen met vrijliggende fietspaden zijn echter zo gevaarlijk voor de tweewielers dat het totale effect nihil is.
- De wegvakken met aanliggende, gecombineerde voet/fietspaden zijn net zo veilig als die met vrijliggende fietspaden.
- Over de wegvakken met fiets(suggestie)stroken zijn geen betrouwbare uitspraken mogelijk.

Knoche (1981) heeft in tien Westduitse steden, met een inwonertal tussen 20 000 en 550 000, onderzoek verricht naar het effect van fietspaden op de veiligheid van fietsers en mofaberijders. Hij gebruikte daarbij de gegevens van 2799 ongevallen met fietsers en/of mofaberijders. Deze ongevallen waren gebeurd gedurende een per stad wisselend deel van de periode 1975 t/m 1978. Ze vonden plaats op 926 km weg - verkeersaders en hoofdwegen. Bij deze ongevallen vielen 1588 lichtgewonden, 675 zwaargewonden en 45 doden. Van deze slachtoffers was 95% fietser of mofaberijder. Over 96,5% van het wegennet waren de intensiteiten van het autoverkeer bekend; van het fiets- en mofaverkeer slechts over 47% van het wegennet.

Van de resultaten van de studie zijn hier vooral de ongevallenratio's van wegen met tweezijdige fietspaden (317 km) en van wegen zonder fietspad (457 km) van belang. Onder een fietspad wordt alles verstaan wat in Nederland valt onder de aanduidingen vrijliggend fietspad, aanliggend fietspad en fietsstrook. Een aanzienlijk deel van de fietspaden heeft ook een functie als voetpad.

Het gemiddelde aantal ongevallen per km - de ongevallendichtheid - was op de wegen met tweezijdige fietspaden meer dan twee maal zo groot als op de wegen zonder fietspad (voor wegvakken en kruispunten gezamenlijk). Maar de gemiddelde verkeersprestatie, zowel voor het autoverkeer als

voor de fietsen plus mofa's, was op de wegen met fietspaden ook ongeveer twee maal zo hoog. De wegen met en zonder fietspaden zijn dus niet zonder meer vergelijkbaar. Knoche heeft derhalve de ongevalledichtheid gedeeld door het produkt van de intensiteit van de motorvoertuigen en die van de fietsen plus mofa's. Door deze expositiemaat te gebruiken moest hij zich bij het vaststellen van de ongevalratio's beperken tot botsingen tussen motorvoertuigen en fietsers of mofaberijders.

De ongevalratio van fietsers en mofaberijders tezamen bleek op de wegen met tweezijdige fietspaden 16% lager te zijn dan op wegen zonder fietspad (voor wegvakken en kruispunten gezamenlijk). Op de wegvakken alleen was de ongevalratio van beide groepen tezamen 23,5% lager en voor uitsluitend fietsers zelfs 40%. Op de kruispunten constateerde Knoche ongeveer even grote verschillen.

In de ongevalratio zijn echter niet begrepen de volgende typen ongevallen: botsingen tussen fietsers en mofaberijders onderling, botsingen met voetgangers en enkelvoudige ongevallen. Deze maken op wegen zonder fietspaden 10,2% van het totale aantal ongevallen uit, op wegen met fietspaden daarentegen 20,3%. Deze ongevallen zullen in het algemeen een minder ernstige afloop hebben. Maar het gunstige effect van de fietspaden op het aantal ongevallen met fietsers en mofaberijders wordt erdoor teruggebracht van 16% tot 5,5%. Met behulp van de gepresenteerde gegevens kan niet worden nagegaan of het gunstige effect voor de fietsers blijft bestaan en hoe groot dit dan zou zijn. Een resterend gunstig effect lijkt aannemelijk. Knoche constateert wel dat het aantal ongevallen tussen motorvoertuigen en fietsers/mofaberijders sterker wordt beïnvloed door de intensiteit van de motorvoertuigen dan door de aan- of afwezigheid van fietspaden. Uit een nadere analyse van het materiaal blijkt overigens dat ook de intensiteit van het fiets- en mofaverkeer alsmede de breedte van de hoofdrijbaan van invloed zijn. Ten slotte kan nog worden opgemerkt, dat ongevallen met fietsers op wegen met fietspaden minder ernstig zijn dan op wegen zonder fietspaden (28,0% versus 34,6% zwaar gewond of dood).

Een vrij uitvoerig Nederlands onderzoek naar het effect van fietspaden op de veiligheid van fietsers en bromfietsers is uitgevoerd in de provincie Limburg (Provinciale Waterstaat Limburg, 1976). In dit onder-

zoek is onderscheid gemaakt naar wegvakken (van 100 m) met en zonder kruising, binnen en buiten de bebouwde kom, zonder een fietspad, met fietspaden aan beide zijden van de weg en met een eenzijdig fietspad. Aldus is een indeling van de wegvakken in twaalf groepen ontstaan. Van deze wegvakken zijn over 1973, 1974 en het eerste halfjaar van 1975 de gegevens verzameld van alle geregistreeerde ongevallen waarbij een fiets of bromfiets was betrokken. Tevens is voor elk van de twaalf groepen de verkeersprestatie van de fietsers en bromfietzers gedurende de onderzoeksperiode vastgesteld. Met behulp van deze gegevens zijn de ongevallenratio's (aantal ongevallen met fietsers en bromfietzers per 10⁶ verreden kilometers) per groep bepaald. Vervolgens zijn de groepen met elkaar vergeleken.

De resultaten van het onderzoek kunnen als volgt worden samengevat:

- Binnen de bebouwde kom hebben de eenzijdige fietspaden de hoogste ongevallenratio, zowel op wegvakken met als zonder kruisingen. De ongevallenratio voor wegvakken zonder kruising is er bij aanwezigheid van tweezijdige fietspaden nagenoeg hetzelfde als bij afwezigheid van fietspaden. Voor de wegvakken met kruisingen is het verschil in ongevallenratio zodanig, dat verondersteld kan worden dat de aanwezigheid van tweezijdige fietspaden meer gevaar oplevert dan het geheel ontbreken van fietspaden.
- Buiten de bebouwde kom zijn op de wegvakken zonder kruisingen de verschillen in ongevallenratio tussen tweezijdige fietspaden, eenzijdige fietspaden en geen fietspad verwaarloosbaar. Bij de wegvakken met kruisingen wijken de wegvakken met éénzijdig fietspad duidelijk in ongunstige zin af.

Conclusies kunnen op basis van het gepresenteerde cijfermateriaal nauwelijks worden getrokken. Noordzij (1978) heeft reeds aangegeven dat "de wegen en de kwaliteit van de fietspaden wellicht onvergelijkbaar zijn op punten zoals de intensiteit van het fiets- en bromfietsverkeer, aantal in- en uitritten, aantal bestemmingen voor fietser en bromfietser aan weerszijden van de weg, soorten kruispunt (drie- of vierarmig), intensiteit van het dwarsverkeer of, meer algemeen, de ongevallenkans en de kwaliteit van voorzieningen". Het buiten beschouwing blijven van ongevallen met fietsers en bromfietzers die een provinciale weg kruisten en het ontbreken van informatie over de intensiteiten van het gemotoriseerde verkeer kunnen nog aan deze lijst worden toegevoegd.

Een concept-rapport van de werkgroep Fietsverkeer van de commissie RONA (Rijkswaterstaat, 1979; zie ook Kwakernaak, 1980) behandelt de veiligheid van fietsers en bromfietsers op wegvakken buiten de bebouwde kom waarlangs óf geen, óf eenzijdige, óf tweezijdige fietspaden liggen. In het onderzoek zijn alleen de ongevallen meegenomen die doden of gewonden tot gevolg hadden en waarbij een fietser of een bromfietser was betrokken. Bij de vergelijkingen in het rapport wordt onder andere gebruik gemaakt van de ongevallendichtheid (het aantal ongevallen per lengte-eenheid).

Hier zal alleen worden ingegaan op de vergelijking tussen wegen zonder fietspad en wegen met tweezijdige fietspaden. Deze vergelijking blijkt slechts mogelijk te zijn voor wegvakken met etmaalintensiteiten van minder dan 1000 (brom)fietsers.

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd, dat wegvakken van wegen zonder fietspad een wat hogere ongevallendichtheid hebben dan wegvakken van wegen met tweezijdige fietspaden (bij etmaalintensiteiten van 2000 à 4000 motorvoertuigen). Deze conclusie is alleen van toepassing op enkelbaans "planwegen", dat wil zeggen wegen van het rijks-wegenplan en van de secundaire en tertiaire wegenplannen. De kwartaire en overige wegen zijn niet in de studie betrokken.

De Provinciale Waterstaat van Gelderland heeft eveneens de effecten van fietspaden buiten de bebouwde kom op de verkeersveiligheid onderzocht (Hamelink, 1976). De onderzoeksresultaten worden in het verslag slechts summier gepresenteerd.

Het gemiddelde aantal geregistreerde ongevallen met (brom)fietsers per kilometer weg (inclusief de kruispunten) is voor drie klassen fiets- en bromfietsintensiteiten uitgezet tegen de etmaalintensiteit van motorvoertuigen. Een en ander resulteert in een aantal gestileerde krommes waarvan niet duidelijk is welke puntenwolken ze vertegenwoordigen. Wel kan worden geconstateerd dat langs de onderzochte wegen met etmaalintensiteiten van meer dan 4000 à 5000 motorvoertuigen nagenoeg altijd fietspaden aanwezig zijn. De vergelijking tussen wegen met en zonder fietspaden betreft dus alleen de wegen waarop per dag gemiddeld minder dan 4000 à 5000 motorvoertuigen passeren.

Voor deze wegen lijkt het effect van de aanwezigheid van fietspaden op de veiligheid van (brom)fietsers verwaarloosbaar, indien er per dag gemiddeld minder dan vijfhonderd (brom)fietsers passeren.

Indien er per dag meer dan vijfhonderd (brom)fietsers op zo'n weg passerend, is hun ongevallendichtheid zelfs groter op de wegen met fietspaden. Dit geldt overigens ook voor de ongevallendichtheid van alle categorieën verkeersdeelnemers tezamen.

Samenvattend kan dus gesteld worden dat er nauwelijks positieve effecten van de aanwezigheid van fietspaden zijn gevonden. Dit resultaat kwam overeen met Hamelinks verwachtingen.

Brand (1970) gaat ervan uit dat de gemiddelde kruispuntafstand op verkeersaders binnen de bebouwde kom gering is. Daarom, zo stelt hij, moet het al dan niet aanleggen van vrijliggende fietspaden of fietsstroken in belangrijke mate afhangen van de oplossingen op de kruispunten; daar gebeuren immers verreweg de meeste ongevallen.

Vervolgens analyseert Brand ongevallen die in de jaren 1967 en 1968 op een honderdtal kruispunten van verkeersaders in Den Haag zijn geregistreerd. Daarbij heeft hij onderscheid gemaakt tussen kruispunten met en zonder fietspaden en tussen kruispunten met en zonder verkeerslichten. Onder kruispunten met fietspaden verstaat hij kruispunten met vrijliggende fietspaden op minstens twee van de aanvoerwegen, waarbij deze fietspaden doorlopen tot aan de kruisende weg.

Volgens de auteur is de gesommeerde intensiteit (van welke categorieën verkeersdeelnemers?) van de kruispunten met fietspaden van dezelfde orde van grootte als die van de kruispunten zonder fietspaden. Daar van uitgaande constateert hij dat voor fietsers geen belangrijk verschil in veiligheid tussen beide oplossingen is waar te nemen. Het aantal ongevallen waarbij fietsers en auto's betrokken waren, bedroeg 78 op de kruispunten met fietspaden en 79 op de kruispunten zonder fietspaden. Op de kruispunten met verkeerslichten gebeurden resp. 30 en 35 ongevallen; op de kruispunten zonder verkeerslichten resp. 48 en 44.

Onvoldoende informatie over de onderzoekgegevens maakt interpretatie van de resultaten van een onderzoek van de Provinciale Waterstaat Groningen (Aarnoudse, 1964) tot een lastige zaak. Bij dat onderzoek heeft Aarnoudse o.a. onderzocht, wat het effect op de verkeersveiligheid was van de aanleg van vrijliggende fietspaden langs twee weggedeelten van een belangrijke provinciale weg. Hij heeft bij zijn onderzoek gebruik gemaakt van alle ongevallen die tussen 1955 en 1962 ter

kennis van de politie zijn gekomen. Deze ongevallen heeft hij geïndexeerd (1955 = 100) en gedeeld door de eveneens geïndexeerde intensiteiten van motorrijtuigen. Het resulterende getal, vermenigvuldigd met 100, noemt hij de verkeersveiligheidscomponent. De jaarlijkse ontwikkelingen in de verkeersveiligheidscomponent heeft hij gerelateerd aan de ontwikkeling van de verkeersintensiteiten op de weggedeelten met fietspaden en die zonder fietspaden.

Voor de weggedeelten zonder fietspaden volgt de veiligheidscomponent globaal het (stijgende) verloop van de verkeersintensiteiten. Op de twee wegvakken waarlangs fietspaden zijn aangelegd, vertoont de veiligheidscomponent na het in gebruik stellen van de fietspaden een sterke daling. Hieruit kan met de nodige voorzichtigheid worden geconcludeerd, dat de aanleg van de vrijliggende fietspaden ten tijde van het onderzoek een gunstige invloed heeft gehad op de totale verkeersveiligheid. Omdat ongevallen met (brom)fietsers niet afzonderlijk zijn genoemd én omdat de intensiteiten van deze categorieën verkeersdeelnemers niet in beschouwing zijn genomen, kan over de veiligheid van deze categorieën niets uit het verslag worden afgeleid.

Volgens de ANWB (1966) blijkt uit een onderzoek van de Dienst Verkeersonderzoek van de Rijkswaterstaat "zeer duidelijk (...) het bijzondere voordeel van (...) de aanleg van verplichte fietspaden". Uit de gepresenteerde gegevens blijkt echter, dat voor een aantal tweestrookswegen met en zonder fietspaden de onveiligheid op de rijbaan is vergeleken. Daarbij zijn de aantallen ongevallen gerelateerd aan de intensiteiten van de motorrijtuigen. De ongevallen op de kruispunten zijn geheel buiten beschouwing gelaten, evenals de ongevallen op de fietspaden. Uit de vergelijking komt naar voren, dat de rijbaan van tweestrookswegen zonder fietspaden ruim twee maal zo onveilig is als de rijbaan van tweestrookswegen met fietspaden. Hier wordt nog aan toegevoegd, dat 20,8% van de ongevallen op de rijbaan van tweestrookswegen zonder fietspaden bestond uit fietsongevallen. Uit deze gegevens kan niet rechtstreeks worden afgeleid dat fietspaden een gunstig effect hebben op de totale verkeersveiligheid, laat staan op de veiligheid van fietsers en bromfietsers. Tot slot moet nog worden opgemerkt dat het onderzoek gebaseerd was op ongevallengegevens uit 1952. In dat jaar was het aantal bromfietsen in Nederland nog zeer beperkt.

2.2. Het effect van fietsstroken

Over het effect van de aanwezigheid van fietsstroken op de veiligheid van fietsers is nog weinig bekend. Een Amerikaans onderzoek (Lott & Lott, 1976) geeft een indicatie van de omvang van dat effect: het aantal ongevallen waarbij fietsers zijn betrokken, is op wegen met fietsstroken bijna 30% lager dan op wegen zonder fietsstroken. Deze uitspraak mag slechts met grote voorzichtigheid worden gehanteerd. Ze is gebaseerd op analyse van de gegevens van 145 geregistreerde ongevallen met fietsers die tussen 1970 en 1973 plaatsvonden in Davis, Californië. De ongevallen gebeurden zowel op kruispunten als op wegvakken van verkeersaders. Bij het vaststellen van de reductie van het aantal ongevallen zijn niet de gebruikelijke expositiegegevens (zoals voertuigkilometers) gehanteerd. Deze waren niet beschikbaar. Wel proberen de onderzoekers aannemelijk te maken dat de wegen met en zonder fietsstrook qua verkeersintensiteiten en verkeerssamenstelling vergelijkbaar zijn. Hiervan uitgaande hebben zij getracht het effect van de aanwezigheid van fietsstroken vast te stellen. Het belang van hun werkwijze is, dat ze gebruik maken van het feit dat de verhoudingen van ongevalstypen per categorie fietsvoorziening verschillend kunnen zijn. Vooral voor theorievorming is dit interessant.

Smith (1974) had na een globale ongevallenanalyse al eerder geconstateerd dat de aanleg van de fietsstroken in Davis, Californië, een gunstige invloed had op het aantal botsingen tussen fietsers en auto's. Na uitvoering van een omvangrijk stedelijk fietsstrokenplan bleek het jaarlijkse aantal geregistreerde fiets-auto-ongevallen (zowel op wegvakken als op kruispunten) 31 te bedragen, tegen 23 in de periode daarvoor. Tegenover deze toename van het aantal ongevallen met 35% stond een toename van zowel het gemotoriseerde verkeer als het fietsverkeer met meer dan 100%. Meer informatie geeft de auteur hierover niet.

Een meer recente studie die gewijd is aan fietsstroken, komt uit Nieuw-Zeeland (Gibson & Holland, 1980). Deze pilot-studie besteedt weliswaar geen aandacht aan ongevallen, maar wel aan het verschil in gedrag van fietsers en automobilisten vóór en na de aanleg van een fietsstrook (doorgetrokken streep plus fietssymbool). De fietsstrook was aange-

bracht tussen de hoofdrijbaan en een sporadisch gebruikte parkeerstrook. De studie heeft betrekking op het gedrag in een vrij scherpe bocht, op een recht wegvak en bij de toerit naar een kruispunt met verkeerslichten. In de bocht en op het wegvak zijn snelheden gemeten, met behulp van radar. De fietsstrook bleek in deze situaties géén invloed te hebben op de snelheid van de auto's. Voor wegvakken leidde een Amerikaans onderzoek (Kroll & Ramey, 1975) al eerder tot een zelfde conclusie. Gibson & Holland hebben in elk van de drie situaties de plaats van de fietsers en de automobilisten in het dwarsprofiel van de weg gemeten. Daarbij is gebruik gemaakt van video. De twee krommes die de verdeling van de fietsers resp. auto's over het dwarsprofiel weergeven, kunnen elkaar gedeeltelijk overlappen. Deze overlapping is gebruikt als maat voor het aantal potentiële conflicten tussen de beide groepen verkeersdeelnemers.

In de bocht bleek de - op die plaats 2,5 m brede - fietsstrook het aantal potentiële conflicten te verminderen met bijna 70%. De fietsers bleven wat dichterbij de stoeprand, de auto's wat verder er vanaf, ongeacht of er een interactie tussen fietser en auto was.

Op het rechte wegvak gingen zowel de alleenrijdende fietsers als de automobilisten na aanleg van de 1,10 m brede fietsstrook verder van de stoeprand af rijden. Het gevolg daarvan was dat slechts een geringe reductie van het aantal potentiële conflicten optrad.

Gibson & Holland constateerden wel een grote reductie (ca. 60%) in situaties waarin een auto twee naast elkaar rijdende fietsers inhaalde, vooral vanwege de grotere afstand van de auto's tot de stoeprand. Overigens was het aantal potentiële conflicten in de bocht aanzienlijk kleiner dan op het wegvak, zowel vóór (10 à 15 maal) als na (ca. 6 maal) de aanleg van de fietsstrook.

Ten slotte kon ook op de kruispunttak een duidelijk effect van de fietsstrook op het gedrag van de verkeersdeelnemers worden geconstateerd: fietsers lieten zich minder tegen de stoeprand drukken en auto's sorteerden dichterbij het kruisingsvlak voor naar de linker opstelstrook (in Nieuw-Zeeland rijdt het verkeer links).

Uit de studies van Gibson & Holland (1980) en van Kroll & Ramey (1975) komt naar voren dat een fietsstrook vooral een kanaliserende, een geleidende functie heeft. Dat kan een gunstige invloed hebben op het aan-

tal potentiële conflicten en daarmee misschien ook op het aantal ongevallen. Voor de Nederlandse situatie dient er rekening mee te worden gehouden dat het aandeel fietsers en vooral ook bromfietsers hier doorgaans vele malen groter is dan in de bestudeerde situaties in de Verenigde Staten en Nieuw-Zeeland.

3. DE VEILIGHEID VAN BROMFIETSERS

Goldberg & Gazares (1962) constateren dat de ongevallenratio voor bromfietsers (aantal letselongevallen per 10^6 bromfietskm) op wegvakken met tweezijdige fietspaden hoger is dan op wegvakken zonder fietspaden (5,10 tegen 3,41). Vanwege de geringe lengte van de wegvakken met tweezijdige fietspaden dient het trekken van conclusies hieruit met de nodige voorzichtigheid te gebeuren.

Het verschil in ongevallenratio op kruispunten is reeds besproken in paragraaf 2.1.

Het door Laursen (1978) aangehaalde Deense onderzoek van Lyager (1976) komt op basis van gegevens van een aantal geselecteerde trajecten tot de conclusie dat fietspaden langs weggedeelten (dus exclusief kruisingen van verkeersaders onderling) voor bromfietsers een zeer gering gunstig effect hebben op de ongevallenratio. Verder is het effect kleiner naarmate het aantal zijstraten per kilometer groter is.

Het onderzoek van Alrutz & Meewes (1980) in Keulen wijst uit dat mofaberijders daar op een andere manier van fietspaden gebruik maken dan bromfietsers in Nederland (zie paragraaf 2.1.).

Op weggedeelten met fietspaden aan beide zijden bleek het gebruik van een fietspad voor de mofaberijders ruim tweemaal zoveel risico in te houden als het gebruik van de rijbaan. Het risico is vastgesteld door het aandeel ongevallen te vergelijken met het aandeel in de verkeersprestatie. Omdat de onderzoekers bovendien een indicatie (de maatschappelijke kosten) hebben, dat op wegvakken de gemiddelde ernst van ongevallen op de rijbaan ongeveer even groot is als die van ongevallen op het fietspad, raden zij het gebruik van fietspaden door mofa's af. Zij vergeten echter te vermelden dat op kruispunten de ernst van ongevallen op de rijbaan wel wat groter is dan die van ongevallen op het fietspad.

Het onderzoek van Köhler & Leutwein (1981) heeft mede betrekking op mofa- en mopedberijders. Maar de ongevallen waar deze bij betrokken waren, kunnen niet worden onderscheiden van de ongevallen waarbij fietsers waren betrokken. Hier kan dus slechts verwezen worden naar hetgeen over deze studie is opgemerkt in paragraaf 2.1.

Knoche (1981) constateert evenals Alrutz & Meewes dat mofaberijders bij aanwezigheid van een fietspad toch vaak gebruik maken van de hoofdrijbaan. Uit de resultaten van zijn onderzoek blijkt, dat de kans om bij een ongeval betrokken te raken voor mofaberijders aanzienlijk groter is dan voor fietsers. Mofaberijders waren bij 29,7% van de tweewielerongevallen betrokken, terwijl ze naar schatting slechts 10 à 20% van het tweewielerverkeer uitmaakten (tweewielers zijn hier fietsers plus mofa's).

Op indirecte wijze valt uit het rapport af te leiden dat de ongevalratio voor mofaberijders op wegvakken met tweezijdige fietspaden waarschijnlijk hoger is dan op wegvakken zonder fietspad. Althans, voor zover in die ratio alleen de ongevallen zijn opgenomen waarbij een motorvoertuig de conflictpartner was. Als de totale aantallen ongevallen op wegvakken met en zonder fietspaden met elkaar worden vergeleken, is het aandeel mofa-ongevallen op wegen met fietspaden nagenoeg gelijk (35,7% versus 34,6%). Bij een zelfde vergelijking voor kruispunten en T-aansluitingen blijkt het aandeel mofa-ongevallen op wegen met fietspaden aanzienlijk lager te zijn dan op wegen zonder fietspaden (21,4% versus 31,2%).

Vanwege de grote kans voor de mofaberijders om bij een ongeval betrokken te raken behoren mofa's volgens Knoche van fietspaden gebruik te maken (die dan wel breder moeten zijn dan de huidige). De minder ernstige afloop van ongevallen met mofaberijders op wegen met fietspaden dan op wegen zonder fietspaden (33,4% versus 40,0% zwaar gewond plus dood) pleit hier eveneens voor.

Uit de rapportage van de werkgroep Fietsverkeer van de commissie RONA (Rijkswaterstaat, 1979 en Kwakernaak, 1980) mag worden geconcludeerd dat buiten de bebouwde kom wegvakken zonder fietspad een wat grotere dichtheid van ongevallen met (brom)fietsers hebben dan wegvakken met tweezijdige fietspaden. Het effect van fietspaden op de veiligheid van uitsluitend bromfietsers kan uit dit onderzoek niet worden afgeleid. Als ook de kruispunten in de beschouwing worden meegenomen, zoals in het onderzoek van de Provinciale Waterstaat van Gelderland is gebeurd (Hamelink, 1976), mag zeker geen positief effect worden verwacht van de aanwezigheid van fietspaden. Noch op de veiligheid van fietsers en bromfietsers, noch op de totale verkeersveiligheid.

In het onderzoek van Brand (1970) bedroeg het aantal ongevallen waarbij bromfietsen en auto's betrokken waren, 285 op de kruispunten met fietspaden en 133 op de kruispunten zonder fietspaden. Deze verhouding is zowel bij kruispunten met verkeerslichten als bij kruispunten zonder verkeerslichten terug te vinden.

Indien de veiligheid wordt afgemeten aan het aantal botsingen met auto's, zo constateert de auteur terecht, zijn kruispunten met vrijliggende fietspaden voor bromfietzers beduidend onveiliger dan kruispunten zonder vrijliggende fietspaden.

4. SAMENVATTING EN DISCUSSIE

Het geheel van studies naar het effect van fietsvoorzieningen op de verkeersveiligheid biedt een troosteloze aanblik. De Nederlandse studies hebben in belangrijke mate betrekking op de situatie buiten de bebouwde kom. De buitenlandse studies behandelen voornamelijk de situatie binnen de bebouwde kom.

4.1. De situatie buiten de bebouwde kom

Bij geen van de onderzoeken naar de situatie buiten de bebouwde kom is onderscheid gemaakt tussen fietsers en bromfietsers. Ze zijn steeds als één categorie beschouwd, ondanks de grote verschillen in eigenschappen en gedrag van zowel de voertuigen als hun bestuurders.

Voor zover de resultaten van de verschillende studies vermeldenswaard zijn, lijken ze te leiden tot de conclusie dat de aanwezigheid van vrijliggende fietspaden aan beide zijden van de weg nauwelijks effect heeft op de veiligheid van (brom)fietsers. Het effect op de wegvakken is gunstig, maar wordt geheel of gedeeltelijk geneutraliseerd (of zelfs overtroffen) door het ongunstige effect op de kruispunten. Zo'n algemene uitspraak betekent niet, dat het aanleggen van vrijliggende fietspaden buiten de bebouwde kom onder geen enkele omstandigheid aanbevelenswaardig is. Immers, de constatering dat de aanwezigheid van vrijliggende fietspaden nauwelijks effect heeft op de veiligheid van (brom)fietsers is in alle studies op één na (Aarnoudse, 1964) gebaseerd op een vergelijking met wegen zonder fietsvoorzieningen. Waarschijnlijk is het echter zo, dat het merendeel van de wegbeherende instanties een gunstig effect op de verkeersveiligheid verwacht van de aanleg van fietspaden. Het ligt dan voor de hand, dat in het verleden veelal eerst fietspaden zijn aangelegd langs de wegen die het onveiligst waren. Deze veronderstelling vindt steun in de resultaten van de voor- en nastudie van Aarnoudse (1964).

Een andere categorie fietsvoorziening, de fietsstrook, is in de situatie buiten de bebouwde kom tot nu toe alleen onderzocht door Köhler & Leutwein (1981). Betrouwbare uitspraken kunnen aan hun onderzoek echter niet worden ontleend.

In de studies naar het effect van fietsvoorzieningen buiten de bebouwde kom is nauwelijks aandacht besteed aan de veiligheid van andere categorieën verkeersdeelnemers dan de fietsers en de bromfietzers. Ook het effect op de veiligheid van alle categorieën verkeersdeelnemers tezamen is nauwelijks onderzocht.

4.2. De situatie binnen de bebouwde kom

Bij diverse onderzoeken naar de situatie binnen de bebouwde kom is wel onderscheid gemaakt tussen fietsers en bromfietzers.

Er is slechts één Nederlands onderzoek gedaan naar het effect van de aanwezigheid van fietsvoorzieningen binnen de bebouwde kom op de veiligheid van fietsers: Brand (1970). Daarnaast zijn er een aantal buitenlandse studies bekend: Goldberg & Gazares (1962), Jörgensen & Rabani (1969), Lyager (1976), Lott & Lott (1976), Smith (1974), Alrutz & Meewes (1980) en Knoche (1981).

Uit deze bronnen kan men afleiden dat de aanwezigheid van vrijliggende fietspaden een gunstige invloed heeft op de veiligheid van fietsers. Op wegvakken constateerden Goldberg & Gazares, Jörgensen & Rabani en Knoche een reductie van het aantal letselongevallen, terwijl Alrutz & Meewes en Knoche er ook een vermindering van de letselernst vonden. Lyager en Knoche vonden eveneens een positief effect op weggedeelten. Op kruisingen van verkeersaders hebben vrijliggende fietspaden nauwelijks effect op de veiligheid van fietsers (Jörgensen & Rabani, Brand, Alrutz & Meewes).

Van fietsstroken is alleen voor weggedeelten en kruispunten gezamenlijk het effect op het aantal fietsongevallen bekend. En dan nog in de Amerikaanse situatie (Lott & Lott, 1976; Smith, 1974). In vergelijking met wegen zonder fietsvoorzieningen gebeuren op wegen met "bicycle lanes" minder ongevallen. Of de winst in veiligheid op wegvakken, op weggedeelten of juist op kruisingen van verkeersaders wordt geboekt, is niet bekend.

Ook naar het effect van de aanwezigheid van fietsvoorzieningen binnen de bebouwde kom op de veiligheid van bromfietzers heeft in Nederland alleen Brand (1970) onderzoek gedaan. In het buitenland is zulk onder-

zoek uitgevoerd door Goldberg & Gazares (1962), Lyager (1976), Alrutz & Meewes (1980) en Knoche (1981). De twee laatstgenoemde bronnen hebben betrekking op mofa's.

Goldberg & Gazares en Knoche vonden een gering ongunstig effect van vrijliggende fietspaden op wegvakken; Lyager vond een zeer gering gunstig effect op weggedeelten. Brand constateerde een beduidend ongunstig effect op kruisingen van verkeersaders. Knoche daarentegen vond op zulke kruisingen voor mofa's een gunstig effect. Een zelfde uitspraak voor fietsers en bromfietsers gezamenlijk van Goldberg & Gazares is gebaseerd op manipulatie met een gering aantal ongevallen.

Alrutz & Meewes raden het gebruik van fietspaden door mofa's af, omdat op wegen met fietspaden aan beide zijden het gebruik van het fietspad voor de mofaberijders ruim tweemaal zoveel risico bleek in te houden als het gebruik van de rijbaan. Knoche stelt daarentegen dat mofa's juist wel gebruik behoren te maken van fietspaden, mits die breed genoeg zijn. Zijn belangrijkste argument is, dat ongevallen met mofaberijders op wegen met fietspaden gemiddeld een minder ernstige afloop hebben dan op wegen zonder fietsvoorzieningen.

Over het effect van de aanwezigheid van fietsstroken op de veiligheid van bromfietsers geeft de literatuur geen informatie.

LITERATUUR

Aarnoudse, J.M. (1964). Invloed van vrijliggende rijwielpaden op de verkeersveiligheid. Verkeerstechniek 15 (1964) 5: 226-227.

Alrutz, D. & Meewes, V. (1980). Untersuchungen zum Radverkehr in Köln - Unfallanalyse, Empfehlungen, Radverkehrsnetz für Porz, vorläufiger Schlussbericht. Mitteilungen der Beratungsstelle für Schadenverhütung Nr. 16 b. Keulen, 1980.

ANWB (1966). Fietspaden en oversteekplaatsen. Verkeersmemorandum no. 4. 's-Gravenhage, 1966.

Brand, H. (1970). Het langzame verkeer in steden. Verkeerstechniek 21 (1970) 9: 436-445.

Gibson, R.A. & Holland, G.H. (1980). A study of cycle route signs and marking standards. Road Research Unit Bulletin 51. Wellington, 1980.

Goldberg, S. & Gazares, J.C. (1962). Les accidents sur pistes cyclables. ONSER-bulletin, september 1962.

Hamelink, J.G. (1976). Are design standards still the optimum approach to road safety? In: Symposium on Geometric road design standards 1976. Reports III: pp. 155-168. OECD, Parijs, 1976.

Jørgensen, N.O. & Rabani, Z. (1969). Accident rates for cyclists for urban arterials with and without cycle track. Report No. 1. Danish Council of Road Safety Research, Kopenhagen, 1969.

Knoche, G. (1981). Einfluss von Radwegen auf die Verkehrssicherheit. Band 2. Radfahrerunfälle auf Stadtstrassen. Bundesanstalt für das Strassenwesen, Keulen, 1981.

Köhler, R. & Leutwein, B. (1981). Einfluss von Radwegen auf die Verkehrssicherheit. Band 1. Untersuchungen von Ausserortsunfällen Landkreis

Karlsruhe und Rhein-Neckarkreis. Bundesanstalt für das Strassenwesen, Keulen, 1981.

Kroll, B.L. & Ramey, M.R. (1975). The influence of Bike Lanes on Allocation of Space Between Automobiles and Bicycles. Technical Report No. 75-6. Civil Engineering Department, University of California, 1975.

Kwakernaak, M. (1980). De ongevallenkans van (brom)fietzers op wegvakken buiten de bebouwde kom. Verkeerskunde 31 (1980) 11: 561-566.

Laursen, J.G. (1978). Accidents involving cyclists and moped riders in Denmark. In: Proceedings of the Seminar on Traffic and Environmental management/PTRC Summer Annual Meeting, University of Warwick: pp. 32-45, 1978.

Lott, D.F. & Lott, D.Y. (1976). Differential effect of bicycle lanes on the classes of bicycle-automobile accidents. In: Transportation Research Record 605: pp. 20-24. Transportation Research Board, Washington, D.C., 1976.

Lyager, P. The Accident Pattern on the Street Network of the two Central Municipalities in Copenhagen. Progress report (in danish). General Planning Department of Copenhagen, Kopenhagen, 1976 (niet gepubliceerd).

National Board of Public Roads and Waterways. The safety effects of arrangements for light traffic. Traffic Office (Finland) 1978 (niet gepubliceerd).

Noordzij, P.C. (1978). De (brom)fietser en de verkeersveiligheid. In: Congres fiets- en bromfietsvoorzieningen, Tilburg, 1977: pp. 58-60. ANWB, 's-Gravenhage, 1978.

Provinciale Waterstaat Limburg (1976). Ongevallen met (brom)fietzers op Provinciale wegen in Limburg. Provinciale Waterstaat, Onderafdeling Verkeerszaken, Maastricht, 1976.

Rijkswaterstaat (1979). Onderzoek naar de relatie tussen de weg- en verkeerskenmerken en de ongevalenkans van (brom)fietsverkeer langs wegvakken buiten de bebouwde kom (concept). RWS/DVK, 's-Gravenhage, 1979.

Rådet for trafikikkerhedsforskning. Cykelstiers betydning for faerdselsikkerheden. Kopenhagen, 1969.

Smith jr., D.T. (1974). Bikeways: state of the art 1974. Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1974.