

Kijkgedrag in het verkeer

Van laboratorium naar veldonderzoek

R-93-21

Drs. P.C. Noordzij

Leidschendam, 1993

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 170
2260 AD Leidschendam
Telefoon 070-3209323
Telefax 070-3201261

Inhoud

1. *Inleiding*
2. *Opzet van het onderzoek*
3. *Resultaten*
4. *Het vervolg*

Literatuur

1. Inleiding

Deze nota behandelt de resultaten van een onderzoek dat is uitgevoerd en gerapporteerd door het Instituut voor Zintuigfysiologie (IZF-TNO). Visual search at intersections, an eye-movement analysis (Theeuwes, 1992). Dit onderzoek is een voortzetting van een reeks onderzoekingen onder de noemer visuele selectie (zie Hagenzieker, 1991a). De SWOV treedt op als hoofdaannemer, het IZF-TNO als onderaannemer en uitvoerder van het experimentele onderzoek. Opdrachtgever is de Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat.

De algemene vraag van deze onderzoekingen is: Hoe wordt de aandacht van verkeersdeelnemers verdeeld over onderdelen van het verkeersbeeld en hoe kan er voor worden gezorgd dat op het juiste moment de juiste, belangrijke onderdelen worden gezien en herkend?

De eerste onderzoekingen waren laboratoriumexperimenten met een zuiver wetenschappelijke inslag. Het belangrijkste doel was inzicht te krijgen in de wijze waarop het kijken gestuurd wordt door de opdracht die de proefpersoon meekrijgt aan de ene kant en getrokken wordt door de kenmerken van de aangeboden prikkels aan de andere kant.

De voorlopige stand van zaken is dat de opdracht in sterke mate bepalend is voor de sturing van de aandacht van proefpersonen/verkeersdeelnemers. Daarvoor moet de opdracht vertaald kunnen worden in het zoeken naar prikkels met bepaalde kenmerken en/of een eigen plaats. Kenmerken van de gezochte prikkels kunnen meer of minder steun bieden bij het krijgen van de aandacht. Kenmerken van niet-gezochte prikkels kunnen meer of minder storen bij het vinden van de goede prikkels. Dat bepaalde kenmerken steun geven bij het vinden van prikkels wil niet zeggen dat zij (bij een andere opdracht) storen bij het vinden van andere prikkels. Het gaat bij het steunen dan wel storen zowel om de kenmerken op zichzelf als om de mate van gelijkenis tussen wel- en niet-gezochte prikkels. Opvallendheid, of de mate waarin prikkels de aandacht trekken, is dus niet los te zien van de opdracht en van de mate van gelijkenis tussen wel en niet gezochte prikkels.

Bij het voorlaatste experiment is gebruik gemaakt van gefotografeerde verkeerssituaties. Daarmee werd de eerste stap gezet op weg naar meer natuurlijk gedrag in een natuurlijke omgeving. Belemmeringen om dat laatste te onderzoeken zijn zowel praktisch als inhoudelijk van aard. Het gedrag van verkeersdeelnemers is in werkelijkheid ingewikkeld. Terwijl in het laboratorium de opdracht door de proefleider aan de proefpersoon wordt meegegeven, is in werkelijkheid niet zonder meer duidelijk welke opdrachten verkeersdeelnemers zichzelf stellen. Het aantal mogelijke opdrachten is groot. In het laboratorium worden de mogelijke invloeden op het uitvoeren van een opdracht door de proefleider beheerst. In werkelijkheid zijn er allerlei mogelijke invloeden. In het laboratorium kan een kunstmatige, eenvoudige omgeving nagebootst worden. In werkelijkheid is er voor een verkeersdeelnemer van alles te zien, voor een deel belangrijk, voor een deel onbelangrijk, de ene keer veel, de andere keer weinig. Bovendien verandert de omgeving voortdurend omdat de verkeersdeelnemer zichzelf verplaatst ten opzichte van de omgeving en omdat andere verkeersdeelnemers in die omgeving hetzelfde doen. De inhoudelijke belem-

mering is dus dat de werkelijkheid bij de huidige stand van kennis te ingewikkeld is om begrepen te kunnen worden. De praktische belemmering is dat er nog geen geschikte methode is om het kijkgedrag van verkeersdeelnemers zorgvuldig te kunnen onderzoeken.

Het laatst uitgevoerde onderzoek vormt een belangrijke schakel in de overgang van onderzoek in het laboratorium naar onderzoek in het verkeer. Dat blijkt uit het gebruik van moderne apparatuur om oogbewegingen te registreren en uit het aanbieden van videobeelden die zijn opgenomen bij het naderen van kruispunten. In het algemeen is de betekenis van oogbewegingen en -fixaties nog onzeker (Hagenzieker, in druk). Aandacht en oogbewegingen gaan vaak samen, maar de aandacht kan ook gericht worden zonder oogbewegingen. Een fixatie op een onderdeel van de omgeving betekent niet vanzelfsprekend dat het onderdeel gezien wordt. Verder is niet geheel zeker hoe de duur van een fixatie, of het aantal fixaties moeten worden uitgelegd. In het verkeer zou geredeneerd kunnen worden dat lange fixaties wijzen op onverwachte en dus onveilige onderdelen van de omgeving. Met het registreren van oogbewegingen bij verkeersonderzoek bestaat nog weinig ervaring. Naast goede apparatuur is een goede opzet nodig om bruikbare resultaten te krijgen. Van belang zijn onder meer een duidelijke opdracht aan de proefpersonen, anderssoortige metingen van het gedrag (naast oogbewegingen) en het beheersen van een aantal mogelijke invloeden op het gedrag.

De uitgebreide beschrijving van het onderzoek is door het IZF-TNO verzorgd. In deze nota worden de opzet en resultaten kort samengevat en ligt de nadruk op de beschouwing van de resultaten in verband met de algemene vraag en de wenselijkheid van vervolgonderzoek.

2. Opzet van het onderzoek

De videobeelden zijn gemaakt bij acht kruispunten, vanuit een rijdende auto. De opdracht aan de proefpersonen was om zo snel mogelijk te bepalen of zij links of rechtsaf moesten slaan. De keuze hing af van een bord met de voorgeschreven rijrichting dat speciaal voor het onderzoek bij het kruispunt was opgesteld. Het doel van het onderzoek was na te gaan hoe de snelheid van de keuze beïnvloed wordt. Daartoe werden drie mogelijke invloeden ingebouwd.

De acht kruispunten werden ingedeeld in vier eenvoudige en vier ingewikkelde kruispunten. Dit kenmerk is niet beter te omschrijven dan dat er weinig dan wel veel te zien was. De tweede mogelijke invloed bestond uit het opstellen van een bord 'verplichte rijrichting' ofwel rechts, ofwel links van de weg. Als derde mogelijke invloed werd in de nabijheid van het richtingbord een extra bord parkeerverbod geplaatst. Overigens werden de verkeersborden die al bij het kruispunt stonden tijdens de opname afgedekt. Vervolgens werd daar nog aan toegevoegd dat vanaf de andere kant van de weg een voetganger overstak. Tijdens de opnamen waren er geen andere bewegende verkeersdeelnemers in beeld.

Van ieder kruispunt waren er zodoende in totaal zeven opnamen, waarvan één zonder borden en zonder voetganger, drie met het bord rechts (resp. zonder extra bord, met extra bord en extra bord plus voetganger) en op dezelfde manier nog eens drie met het bord links.

Deze mogelijke invloeden waren al onderzocht in het laboratorium, zodat de gevolgen te verwachten waren: meer tijd nodig om te kiezen bij een ingewikkeld kruispunt, bij het bord aan linkerkant en bij aanwezigheid van een extra bord en voetganger.

De proefpersoon kreeg per keer beelden te zien alsof een kruispunt vanaf ongeveer 100 meter afstand genaderd werd met een snelheid van 50 km/uur. Met die snelheid duurt het ongeveer zeven seconden totdat het kruispunt bereikt is. De eerste twee seconden was het kruispunt te zien zonder borden of voetganger. De volgende drie seconden was het beeld onderbroken. De laatste twee seconden, d.w.z. op iets minder dan 30 meter van het kruispunt was het kruispunt te zien in één van de zeven varianten. De eerste twee seconden waren bedoeld om een eerste indruk te geven van het kruispunt.

Tijdens de laatste twee seconden werden de oogbewegingen van de proefpersoon geregistreerd. De proefpersoon begon volgens opdracht te kijken naar het midden van het beeld. Vastgesteld werd hoe lang het duurde voordat de proefpersoon naar het bord verplichte rijrichting keek (de kijktijd) en hoe lang en waarnaar in de tussentijd gekeken werd. Ook werd vastgelegd hoe lang het duurde voordat de proefpersoon de (juiste) keuze van rijrichting maakte (de keuzetijd). Bij de variant zonder borden of voetganger konden vanzelfsprekend geen tijden gemeten worden.

3. Resultaten

De gegevens van elf van de zestien proefpersonen waren bruikbaar (drie vielen af vanwege problemen met de apparatuur en twee vanwege teveel knipperen met de oogleden). De kijk- en keuzetijden van deze personen zijn gemiddeld, eerst per kruispunt, vervolgens voor de eenvoudige en ingewikkelde kruispunten als twee groepen. Eén van de vier eenvoudige kruispunten is overgegaan naar de ingewikkelde vanwege de gevonden (langere) gemiddelde tijden.

De resultaten van de eenvoudige kruispunten voldeden grotendeels aan de verwachtingen. Met het richtingbord aan de linkerkant waren de kijk- en keuzetijden langer dan met het bord rechts van de weg. Met extra bord en voetganger vanaf de overkant waren de tijden nog iets langer. Met alleen een extra bord met parkeerverbod was de kijktijd iets langer, maar de keuzetijd iets korter. Dit laatste was niet volgens de verwachting. Voor de ingewikkelde kruispunten waren de resultaten minder begrijpelijk. Zonder extra bord (en zonder voetganger) waren de tijden zoals te verwachten: langer dan voor eenvoudige kruispunten en langer met het richtingbord links van de weg. De tijden met extra bord plus voetganger waren onverwacht. De kijktijd werd door deze toevoeging aan de kruispunten niet langer, de keuzetijd zelfs korter! Nog opmerkelijker waren de tijden van de variant met extra bord zonder voetganger. Vergeleken met dezelfde ingewikkelde kruispunten zonder extra bord ging de kijktijd met het bord aan de rechterkant zoals verwacht omhoog, maar ging de keuzetijd tegen de verwachting iets omlaag. Met het bord aan de linkerkant gingen zowel kijk- als keuzetijd tegen de verwachting omlaag.

Verkenning van oogfixaties

Op enkele belangrijke punten leveren de resultaten zonder meer een bevestiging van de verwachtingen. Het richtingbord blijkt in alle gevallen toch snel gevonden te worden en er is een voorkeur om zo'n bord op een vaste plaats rechts van de weg te zoeken. Maar verder wekken de resultaten de indruk dat de kennis over kijkgedrag en de invloeden daarop gebrekkig is. Dat betreft dan het kijkgedrag in een natuurlijke omgeving. Wat een kruispunt ingewikkeld maakt en welke (natuurlijke) elementen dat gedrag steunen of verstoren, was niet goed bekend. Het rapport van Theeuwes besteedt vooral aandacht aan de kijk- en keuzetijden. De geregistreerde oogbewegingen zijn wel verkend, maar niet uitgebreid bestudeerd. Voorzover het gepresenteerde materiaal gelegenheid biedt voor een iets uitgebreidere verkenning gebeurt dat hieronder in de hoop om een mogelijke verklaring te vinden voor de gevonden invloeden op de kijktijden.

De gemiddelde kijktijden liggen tussen de 400 en 600 msec. Een gemiddelde fixatie duurt 150 msec. De kijktijd bestaat dus uit zo'n twee tot vier fixaties. De invloeden op het kijkgedrag kunnen bestaan uit:

- langere of meer fixaties in het midden van het beeld (waar de proefpersoon begon met kijken),
- extra fixaties buiten het midden en buiten het richtingbord.

Het oogbewegingsmateriaal in het rapport geeft een indruk hoe vaak er-
gens gekeken is voordat een fixatie op het richtingbord viel.

Bij de eenvoudige kruispunten met het richtingbord rechts zijn zo goed als
alle fixaties in het midden of in de buurt van het richtingbord te vinden.
Dat betekent dat na enkele fixaties in het midden rechtstreeks gekeken
wordt naar het richtingbord. Met het richtingbord links blijkt een klein
aantal fixaties naar rechts gemaakt te zijn. Bij één van de drie eenvoudige
kruispunten was daar een afgedekt verkeersbord te zien. In dat geval was
het aantal fixaties naar rechts kleiner met het extra bord parkeerverbod
samen met het richtingbord links van de weg. Bij de andere twee eenvou-
dige kruispunten en het richtingbord links nam het aantal fixaties naar
rechts toe bij aanwezigheid van de voetganger.

Bij de ingewikkelde kruispunten met het bord rechts werd soms toch naar
links gekeken. Ook werd er soms rechts buiten het richtingbord gekeken.
In de meeste gevallen waren daar in de buurt elementen te zien in de
vorm van afgedekte borden, achterkanten van verkeersborden of andere
borden met tekst. Het gemeenschappelijke aan deze elementen is dat zij
iets bordachtig hebben; ofwel in vorm, afmeting en plaatsing, ofwel in
betekenis (een kunstmatige boodschap). Bij een aantal ingewikkelde kruis-
punten lijkt het aantal extra fixaties kleiner bij aanwezigheid van het bord
parkeerverbod met of zonder voetganger. Met het richtingbord links van
de weg is er bij de ingewikkelde kruispunten een ruim aantal extra fixaties
(buiten het midden of het richtingbord), zowel rechts als links te zien.
Ook bij deze gevallen gaat het vaak om bordachtige elementen (in één
geval een werkend verkeerslicht). En ook bij het richtingbord links lijkt
het aantal extra fixaties bij een aantal kruispunten duidelijk kleiner met
extra bord parkeerverbod zonder of met voetganger.

Als geheel zijn er zeker drie voorbeelden waarbij de invloed op het kijk-
gedrag bestond uit extra kijktijd en extra fixaties. De verkenning leert dat
de plaatsing van het richtingbord links van de weg extra fixaties (naar
rechts) veroorzaakt. Dat de kijktijd erdoor verlengd werd is al eerder ver-
meld. Verder is op te maken dat de bordachtige elementen bij de ingewik-
kelde kruispunten (en bij een eenvoudig kruispunt) extra fixaties tot ge-
volg hebben. Eerder is al gemeld dat de kijktijd bij ingewikkelde kruis-
punten gemiddeld langer was. Nog een bevinding van deze verkenning is
dat bij het bord links, maar zonder andere bordachtige elementen, de aan-
wezigheid van een voetganger zorgt voor extra fixaties. Als resultaat was
al bekend dat bij de eenvoudige kruispunten met het bord links de aanwe-
zigheid van de voetganger de kijktijd verlengde.

Extra fixaties zijn in dit geval fixaties voorafgaand aan het fixeren van het
richtingbord en die buiten het midden van het beeld vallen. Het ligt voor
de hand dat de proefpersoon begint met enkele fixaties in het midden om
daarmee het gezichtsveld te verkennen op de mogelijke plaats van het
richtingbord. Extra fixaties kunnen worden uitgelegd als gebrek aan zeker-
heid over de plaats van het richtingbord. Als dat extra fixaties zijn naar
rechts terwijl het bord links staat, kan dat zijn omdat de proefpersoon te
snel naar rechts heeft gekeken zonder het hele gezichtsveld eerst goed
verkend te hebben. Het kan ook zijn omdat er rechts iets gezien is dat lijkt
op een richtingbord, dan wel iets dat om andere reden de aandacht trekt.
Ook op andere plaatsen in het gezichtsveld kan bij de verkenning iets
dergelijks gezien zijn. Die plaatsen, of liever de dingen die daar te zien
zijn, wedijveren als het ware met het richtingbord om bekeken te worden.

Dat geldt voor bordachtige elementen, maar ook voor het extra bord parkeren en de voetganger. Het extra bord 'parkeerverbod' staat steeds in de buurt van het richtingbord. Kennelijk zorgt dat ervoor dat de kans groter is dat de fixatie die volgt op de verkenning die richting gaat. Dat zorgt er waarschijnlijk voor dat de kans zeer groot is dat de daaropvolgende fixatie op het richtingbord valt (omdat het richtingbord herkend wordt), of dat geen volgende fixatie meer nodig is (omdat ook de richtingpijl herkend wordt).

Bovenstaande redenering berust op twee algemene gedachten. De eerste is dat bij het zoeken van het richtingbord er elementen zijn die in meerdere of mindere mate wedijveren om gefixeerd te worden, d.w.z. een grotere of kleinere kans hebben als volgende gefixeerd te worden. Dat zijn in ieder geval elementen die uiterlijk iets gemeen hebben met het richtingbord. Dat ook de voetganger wedijvert kan samenhangen met de plaats, de betekenis of met de beweging van de voetganger. De tweede gedachte is: hoe dicht er een fixatie in de buurt van het richtingbord, hoe sneller vervolgens dat bord gevonden wordt, of hoe groter de kans dat de volgende fixatie op het bord valt. Als de fixatie dicht genoeg bij het richtingbord is zou zelfs geen extra fixatie meer nodig zijn.

Om zekerheid te krijgen over de gemaakte redenering is een zorgvuldige studie nodig van de geregistreerde oogbewegingen. Daarbij moet worden vastgesteld hoe lang, met hoeveel fixaties naar het midden gekeken is, waarheen de eerstvolgende fixatie ging, waarheen de daaropvolgende en hoe lang het nog duurde voordat de keuze van de goede richting gemaakt werd. Dat is veel werk omdat dat moet gebeuren per proefpersoon, per keer. Bovendien is het handwerk. Uit deze studie kan blijken dat een gedeelte van de resultaten toch niet goed te verklaren is. In zo'n geval is het gewenst om nog een keer terug te gaan naar onderzoek met een nagebootste omgeving om daarmee de mogelijke invloeden op het kijkgedrag beter te beheersen. In het IZF-rapport wordt dit al voorgesteld.

4. Het vervolg

Het behandelde onderzoek vormt onderdeel van de onderzoeklijn 'Visuele Selectie', met als doel inzicht te krijgen in de verdeling van de aandacht van verkeersdeelnemers en de mogelijkheid om daar invloed op uit te oefenen. Een belangrijk kenmerk van de onderzoeklijn is dat de theorie wordt opgebouwd in het laboratorium en vervolgens in het werkelijke verkeer wordt getoetst en verder uitgewerkt. Deze lijn van onderzoek levert zowel de theoretische onderbouwing, als de methode van onderzoek waarmee praktijkvragen op het gebied van visuele waarneming in het verkeer beter en sneller beantwoord kunnen worden. Voorbeelden van beter te beantwoorden praktijkvragen zijn al eens gegeven (Hagenzieker, 1991b):

- Wat is de kans dat fietsers, automobilisten, verkeersborden e.d. gezien worden gegeven een bepaalde taak en rijomgeving? Dit kan bijvoorbeeld relevant zijn in verband met het onderwerp 'bromfietsers op de rijbaan'.
- Idem, maar dan voor voertuigen met en zonder verlichting; relevant met betrekking tot motorvoertuigverlichting overdag (MVO).
- Wat is de kans dat een (brandend) remlicht wordt gezien - gegeven een bepaalde taak en rijomgeving - en wat is het effect hierop van een derde remlicht?
- Wie of wat veroorzaakt op een bepaald moment gegeven een bepaalde taak en rijomgeving dat 'de aandacht' afgeleid wordt? En hoe storend is dat? En omgekeerd, hoe kan er voor gezorgd worden dat op een bepaald moment gegeven een bepaalde taak en rijomgeving de aandacht 'automatisch' gericht wordt op bepaalde informatie (een verkeersbord, een bepaald type verkeersdeelnemer etc.)? Dit kan bijvoorbeeld relevant zijn als er op een bepaalde kruising veel ongevallen gebeuren en men vermoedt dat dit met visuele waarnemingsaspecten of aandacht (bijvoorbeeld reclameborden) te maken heeft.

De apparatuur voor het registreren van oogbewegingen is nieuw en voor het eerst gebruikt in dit onderzoek. Er zijn praktische voordelen tegenover oude apparatuur. Het instellen van de apparatuur per proefpersoon kost weinig tijd, die instelling verloopt maar weinig en toch heeft de proefpersoon meer bewegingsvrijheid met het hoofd. Ook het samenvoegen van de plaats van de fixatie en het achtergrondbeeld is eenvoudig. Daar staat tegenover dat enkele proefpersonen zijn afgevallen omdat de metingen niet te gebruiken waren. Ook met deze apparatuur blijft het bestuderen van oogbewegingen lastig en tijdrovend. Met bewegende beelden is het lastig om vast te stellen welk onderdeel van het beeld werkelijk gefixeerd wordt. In het algemeen is met fixaties alleen moeilijk te beoordelen of een bepaald onderdeel wel of niet gezien is. In dit onderzoek waren deze problemen beperkt door de opzet, met name door de betrekkelijk eenvoudige opdracht aan de proefpersoon en de eveneens betrekkelijk eenvoudige verkeerssituaties die werden aangeboden. Desondanks was er te weinig gelegenheid voor een grondige studie van de oogbewegingen; overigens voldoende om de voordelen van het registreren van oogbewegingen aan te tonen. In de eerste plaats kon onderscheid worden gemaakt in kijktijd en keuzetijd. In de tweede plaats kon een (zij het beperkte) verkenning worden gemaakt die een redenering heeft opgeleverd ter verklaring van de onverwachte uitkomsten met de kijk- en keuzetijden. Het ligt dus voor de

hand ook bij volgend onderzoek weer oogbewegingen te registreren.

In dit onderzoek was de opdracht aan de proefpersoon om te kiezen tussen links of rechts afslaan, d.w.z. om het bord te vinden met de voorgeschreven rijrichting en te zien of de pijl daarop naar links of rechts wees. Dat is nog altijd een eenvoudige opdracht, maar wel één die in werkelijkheid vaak van toepassing is (als er niet gelet wordt op de nauwkeurige vorm en betekenis van het bord). Er zijn genoeg situaties waarin een verkeersdeelnemer afhankelijk is van een bord om te weten wat wel of niet mag of moet. In andere situaties wordt het bord gebruikt om bevestigd te krijgen wat men dacht wel of niet te mogen dan wel moeten. En in die situaties mag dat meestal niet veel tijd kosten. Volgens de resultaten hoeft dat ook niet, als die borden maar een vaste plaats hebben en een duidelijk herkenbaar uiterlijk dat ze onderscheidt tegenover andere elementen uit de omgeving. De omgeving is pas storend als daarin elementen voorkomen die uiterlijk lijken op wat er gezocht wordt.

Met enig voorbehoud kan ook voor andere onderdelen van de verkeersomgeving (dan borden) hetzelfde gesteld worden. In dit onderzoek was het richtingbord belangrijk voor de opdracht aan de proefpersoon. Er zijn andere opdrachten te bedenken waarbij bij voorbeeld de aanwezigheid en het gedrag van andere verkeersdeelnemers bepalend is. Ook dan ligt het voor de hand dat de plaats van die verkeersdeelnemers van invloed is op de snelheid waarmee zij ontdekt worden, evenals de aanwezigheid van andere elementen met uiterlijke gelijkenis. Maar bij de huidige stand van kennis is dit moeilijker te onderzoeken omdat over de verwachte plaats van verkeersdeelnemers minder bekend is dan over die van borden.

Bij een volgend onderzoek is het gewenst de opdracht aan de proefpersoon ruimer te kiezen, d.w.z. met enige vrijheid van keuze wat betreft de onderdelen van de omgeving die gezien moeten zijn om een keuze te kunnen maken, of wat betreft de volgorde of het moment waarop iets gezien moet worden. De opdracht komt daarmee dicht bij het natuurlijke gedrag.

Literatuur

Hagenzieker, M.P. (1991a). Visuele selectie in het verkeer; Tweede interimrapport. R-91-78. SWOV, Leidschendam.

Hagenzieker, M.P. (1991b). Visuele selectie in het verkeer: Stand van zaken en plannen voor vervolgonderzoek. A-91-38. SWOV, Leidschendam.

Hagenzieker, M.P. (in druk). Eye movements in traffic safety research. Paper Third International Conference on Visual Search.

Theeuwes, J. (1992). Visual search at intersections; An eye movement analysis. IZF 1992 C-43. TNO Institute for Perception, Soesterberg.