

Visuele afleiding in het verkeer

Jan Theeuwes

Datum: 19 februari 2008

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat
Dienst Verkeer en Scheepvaart
Boompjes 200
3011 XD Rotterdam

Aantal Pagina's: 29

Adres: prof.dr. Jan Theeuwes
Vrije Universiteit
Van der Boechorststraat 1
1081 BT Amsterdam
The Netherlands
email: J.Theeuwes@psy.vu.nl



Samenvatting

In Nederland wordt steeds meer verkeersrelevante en verkeers-irrelevante informatie aangeboden langs (autosnel)- wegen. Wanneer de weggebruiker tijdens het uitvoeren van de rijtaak aandacht besteedt aan informatie die niet direct relevant is voor de rijtaak dan spreken we van visuele afleiding. Visuele afleiding kan in bepaalde situaties de verkeersveiligheid in gevaar brengen. In dit rapport wordt op basis van een aantal gangbare theoretische principes aangegeven welke situaties kunnen leiden tot visuele afleiding in het verkeer en onder welke omstandigheden deze afleiding een negatieve invloed kan hebben op de verkeersveiligheid. Individuele verschillen in de mate waarin automobilisten kunnen worden afgeleid zullen worden besproken. Er zullen een aantal vuistregels worden gepresenteerd waarmee de effecten via visuele afleiding op de verkeersveiligheid kunnen worden ingeschat.

1. Inleiding

De verwachting is dat er in de komende jaren steeds meer informatie beschikbaar komt langs de weg en in de auto. Wanneer deze informatie relevant is voor de momentane rijtaak dan is het van belang dat de weggebruiker aandacht besteed aan deze informatie. Wanneer de informatie niet relevant is voor de rijtaak, dan is het van belang dat de automobilist niet wordt afgeleid door de informatie. Informatie die niet relevant voor de momentane rijtaak kan betrekking hebben op bijvoorbeeld entertainment in de auto (informatie over de radio, muziek, video) of kan betrekking hebben op het uitvoeren van andere taken in de auto (zoals telefoneren, email in de auto). Informatie langs de wegen die niet direct relevant is voor de rijtaak, kan informatie bevatten die een bepaalde boodschap wil communiceren (bijv. mottoborden, informatieborden van de Rijkswaterstaat), reclame (billboards) of andere niet-direct relevante rijtaak informatie (zoals informatie over de provincie, het landschap, etc.). In de afgelopen jaren is er met name in het buitenland een sterke focus geweest op de mate waarin informatie in de auto afleidend kan werken (bijv. Alm & Nilsson, 1995; Kantowitz & Moyer, 2000). Op basis hiervan zijn er veiligheids-checklists opgesteld over in-car informatie systemen (zie bijv. *A Safety Checklist for the Assessment of In-Vehicle Information Systems*; Stevens et al. 1999). Deze belangstelling voor afleiding veroorzaakt door informatie gegenereerd door apparatuur in de auto heeft te maken met het feit dat autoproducenten zich willen indekken tegen eventuele claims wanneer een automobilist die werd afgeleid door een apparaat in de auto, een ongeval veroorzaakt.

Hoewel er nog weinig bekend is over afleiding veroorzaakt door informatie langs de weg, is het reëel te veronderstellen dat dit een even groot probleem is als afleiding door informatie in de auto. In dit rapport staat afleiding door informatie langs de weg centraal. Eerst zullen de principes van visuele waarneming en selectie worden beschreven. Deze principes zullen worden toegepast op visuele selectie in relatie tot het uitvoeren van de rijtaak. Op basis van dit model zal worden aangegeven welke situaties kunnen leiden tot visuele afleiding in het verkeer en daarmee gepaard gaande effecten op de verkeersveiligheid. Individuele verschillen in de mate waarin automobilisten kunnen worden afgeleid zullen worden

besproken. Tot slot zal een overzicht worden gepresenteerd waarin wordt aangegeven wanneer en onder welke omstandigheden reclame en andere rijtaak-irrelevante informatie langs wegen gepresenteerd kan worden.

2. Onderliggende principes

2.1 Informatieverwerking

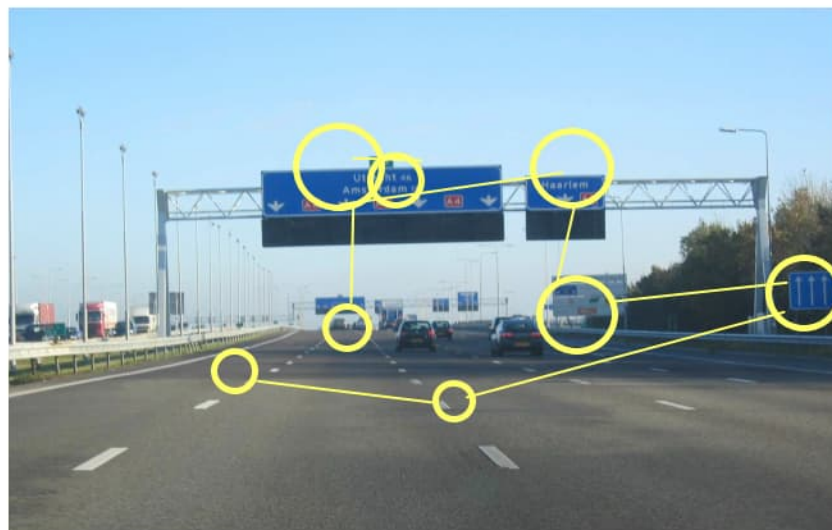
Er wordt wel beweerd dat de rijtaak vooral visueel van aard is. Hills (1980; maar zie Sivak, 1996) schatte dat 90% van de informatie die relevant is voor de rijtaak visueel is. Het is daarom van groot belang dat we op het juiste moment de voor de rijtaak relevante informatie tot onze beschikking hebben. Intuïtief lijkt het alsof alle visuele informatie uit onze omgeving tot onze beschikking hebben. Het lijkt alsof de wereld om ons heen in een keer binnenkomt en verwerkt wordt. Hoewel dit zo aanvoelt, is niets minder waar. Slechts een klein deel van de omgeving komt binnen en wordt daadwerkelijk verwerkt. Informatie waar we aandacht aanbesteden komt binnen, en wordt verwerkt. Alleen deze informatie kan ons handelen beïnvloeden. Informatie die geen aandacht krijgt komt feitelijk niet binnen. Zogenaamde change blindness experimenten (zie Simons & Levin, 1997) laten zien dat we feitelijk blind zijn voor duidelijk zichtbare informatie waar we geen aandacht aan besteden (zie bijv. Verstraten & Theeuwes, 2002).

De reden dat we op elk moment slechts aandacht kunnen besteden aan een klein deel van de visuele omgeving heeft te maken met de beperkte capaciteit van ons informatieverwerkingssysteem. De omgeving is te complex om in een keer te worden verwerkt. Daarom is het noodzakelijk om op elk moment te "bepalen" welk deel van de omgeving aandacht krijgt en welke deel niet. Dit "bepalen" is cruciaal voor een optimale visuele selectie. Van groot belang is te beseffen dat de capaciteit van informatie verwerking beperkt is. Dit impliceert dat wanneer we aandacht besteden aan een bepaald deel van de omgeving, we daarmee ook 'blind' zijn voor gebeurtenissen die plaatsvinden in andere delen van het visuele veld. Voor de rijtaak impliceert dit dat we aandacht besteden aan bijvoorbeeld informatie gepresenteerd op een mottobord langs de autosnelweg, we op dat moment geen aandacht kunnen besteden aan andere misschien meer relevante informatie langs de weg. Voor het

onderhavige onderwerp van afleiding in het verkeer is het van groot belang te beseffen dat het aandacht geven aan bepaalde informatie automatisch impliceert dat andere informatie geen aandacht krijgt.

2.2 Oogbewegingen

Elke dag maken we naar schatting 230.000 oogbewegingen. Met onze ogen tasten we als het ware de omgeving af en op deze wijze wordt een beeld van de omgeving opgebouwd. Het oog beweegt door de ruimte en staat dan voor enige tijd stil. Wanneer het oog stilstaat wordt met name informatie op die specifieke plaats aanwezig is, verwerkt. De tijd dat het oog stilstaat wordt *fixatieduur* genoemd. Wanneer de informatie op een bepaalde plaats complex is, dan zal de fixatieduur relatief lang zijn. Met andere woorden wanneer de gefixeerde informatie complex, relevant en informatief is, zal het oog relatief lang stilstaan en/of zal het object van interesse meerdere malen gefixeerd worden. Wanneer informatie verwacht is, irrelevant en weinig interessant zal één enkele fixatie volstaan. De fixatieduur kan variëren tussen de 0.2 en 2.0 sec. De meeste fixaties zijn relatief kort, zo tussen 250 en 600 ms. De duur van een daadwerkelijk oogbeweging is relatief kort (afhankelijk van de amplitude; meestal minder dan 50 ms). Gedurende de tijd dat het oog in beweging is wordt geen informatie opgenomen.



Figuur 1: Een fictief voorbeeld van een oogbewegingspatroon op een autosnelweg. In dit voorbeeld geeft de grootte van de cirkel aan hoe lang

de fixatieduur was. Een grote cirkel impliceert een lange fixatie. De fixatieduur is langer wanneer er meer informatie wordt verwerkt.

Door het maken van oogbewegingen wordt het object dat gefixeerd wordt afgebeeld op het meest gevoelige gedeelte van het netvlies. Dit impliceert dat door het fixeren van een object we in staat zijn details van het object waar te nemen (bijv. we kunnen de tekst op een verkeersbord lezen).

Globale kenmerken van het object (zoals bijv. de kleur en de vorm van een verkeersbord) kunnen we ook waarnemen zonder dat we het object fixeren. Dit betekent dat we in staat zijn om bijvoorbeeld een blauw verkeersbord aan de kant van de weg (d.w.z. in de periferie van ons gezichtsveld) te detecteren ("we weten dat er iets blauws en vierkants aan de zijkant van de weg staat") maar we pas kunnen bepalen welke plaatsnamen op het bord staan aangeven wanneer we het bord daadwerkelijk fixeren.

Globale kenmerken van objecten zoals kleur, vorm, de helderheid zijn doorgaans "zichtbaar" zonder dat ze gefixeerd worden. Dit betekent dat deze globale kenmerken beschikbaar zijn over het gehele visuele veld. Voor wat betreft visuele afleiding betekent dit dat bijvoorbeeld een groot blauw bord de aandacht kan trekken (afleidend kan werken) terwijl er niet (met de ogen) naar gekeken wordt terwijl de tekst op het grote blauwe bord pas afleidend kan werken wanneer het bord daadwerkelijk gefixeerd wordt. De afmeting en de kleur van het bord kan ervoor zorgen dat de aandacht van de weggebruiker wordt getrokken. Nadat de aandacht is getrokken naar een bepaalde locatie volgt doorgaans een oogbeweging naar die locatie. Pas nadat de oogbeweging is uitgevoerd en het object enige tijd is gefixeerd komt de detailinformatie (zoals de tekst) van het bord beschikbaar.

Naast de fixatieduur is ook de *fixatielocatie* van belang. Zoals blijkt uit Figuur 1 kan het voorkomen dat bij het fixeren van objecten (zoals het verkeersbord aan de rechterkant van de weg) de fixatielocatie zich relatief perifeer in het visuele veld bevindt. Wanneer tijdens de rijtaak objecten worden gefixeerd die zich sterk in de periferie bevinden (bijvoorbeeld een ongeval in de andere rijbaan), zijn de ogen sterk afgewend van het centrale gezichtsveld. Dit centrale gezichtsveld wat ook wel wordt aangeduid met "the primary visual attention lobe" (Wickens et al., 2003)

is belangrijk voor het koershouden en het detecteren van gevaarlijke situaties recht voor het voertuig. Wanneer de ogen sterk zijn afgewend van het centrale gezichtsveld is de kans op detectie van kritische situaties recht voor het voertuig relatief klein. Omdat de auto zich voortbeweegt zal een object dat gefixeerd wordt, bij het naderen van het object steeds verder naar de periferie bewegen. Bijvoorbeeld wanneer een ongeval in de andere rijbaan voor het eerst wordt opgemerkt, is het zichtbaar vanuit het centrale gezichtsveld. Bij het naderen van het ongeval beweegt de locatie van dit ongeval zich steeds verder naar buiten, steeds verder weg van de "primary visual attention lobe". Wanneer de naderende auto bijna bij de plaats van het ongeval in de andere rijbaan is, zal de automobilist die wil zien wat er gebeurd is niet alleen de ogen maar het hoofd moeten draaien om het te kunnen waarnemen. Dit voorbeeld illustreert dat de fixatielocatie van belang is met name in relatie tot de afstand van het centrale gezichtsveld. Vanuit het oogpunt van de verkeersveiligheid zijn langdurige fixaties op locaties die relatief ver weg zijn van het centrale gezichtsveld ongewenst omdat dit de kans op het detecteren van gevaarlijke situaties recht voor het voertuig (afremmende voorliggers, obstakels) aanzienlijk verkleint.

Zoals aangegeven is de duur van een fixatie een belangrijke parameter van oogbewegingspatronen. Bedacht dient te worden dat meestal een bepaald complex en interessant object (verkeersbord, reclame uiting) niet slechts één keer heel lang wordt gefixeerd maar meerdere malen relatief kort. Vaak wordt dan gesproken over "*glance duration*" (te vertalen met "kijktijd") gedefinieerd als de totale tijd die naar een bepaald object of gebied gekeken wordt. De totale tijd die naar een object wordt gekeken kan bestaan uit meerdere fixaties. Wanneer de totale tijd die naar een object wordt gekeken relatief hoog is, is dat minder gunstig voor de verkeersveiligheid omdat er in de tijd dat er gekeken wordt naar een bepaald object niet gekeken kan worden naar andere mogelijk relevanter en urgenter objecten of gebeurtenissen.



De weggebruiker fixeert de midden- wegbelijning



De aandacht wordt getrokken door het gele grote bord (het oog is nog gefixeerd op de middenstreep)



Er volgt een oogbeweging naar het gele informatiebord. Het bord wordt gefixeerd. Wanneer de tekst op het bord wordt gelezen is de fixatieduur relatief lang (aangegeven met een grote cirkel). Wanneer de tekst niet wordt gelezen is de fixatie relatief kort (aangegeven met kleine cirkel)



De aandacht wordt gericht op (of getrokken door) het blauwe bord.



Nadat de aandacht daarop gericht is volgt een oogsprong naar het blauwe bord. De tekst op het blauwe bord wordt gelezen.

Figuur 2: Cartoon-like uitleg van de processen van visuele selectie

2.3 Visuele selectie

Figuur 2 geeft een eenvoudige weergave van de processen die betrokken zijn bij de selectie van informatie en de sturing van oogbewegingen. Voordat het oog wordt bewogen naar een bepaalde locatie, wordt eerst de aandacht naar die locatie gericht (zogenaamde top-down gestuurde selectie; zie sectie 2.4) of wordt de aandacht getrokken door een opvallend object (zogenaamde bottom-up selectie; zie sectie 2.4).

Nadat de aandacht gericht is op een bepaalde plaats zal het oog bewogen worden naar die locatie. Zoals aangegeven zijn oogsprongen erg snel. Wanneer het oog geland is op het object zal het enige tijd gefixeerd blijven. Gedurende een fixatie wordt met name (maar niet uitsluitend) informatie verwerkt die aanwezig is op die plaats. Zoals aangegeven zal bij complexe informatie het oog relatief lang gefixeerd blijven, en mogelijk zullen er een aantal re-fixaties optreden. Wanneer een object dat gefixeerd wordt (langzaam) beweegt (zoals tijdens het autorijden) zal via zogenaamde pursuit oogbewegingen (volg-oogbewegingen) het object blijvend worden afgebeeld op de fovea. Zoals geïllustreerd in Figuur 1 wordt door middel van oogbewegingen de visuele omgeving constant afgescand. Er worden steeds "snapshots" genomen en zo wordt een beeld van de omgeving opgebouwd.

2.4 Top-down and bottom-up selectie

Uit bovenstaande beschrijving komt naar voren dat voordat een object gefixeerd wordt, aandacht gericht wordt op het object. Voordat een oogsprong gemaakt kan worden naar een bepaalde plaats zal eerst aandacht naar die locatie worden verplaatst en de oogsprong volgt dan automatisch. Wanneer de persoon besluit om een bepaald object of locatie te fixeren dan spreken we over top-down selectie (vanuit de persoon). Het kan ook zo zijn dat een object zodanig opvallend is dat het de ogen van een waarnemer naar zich toe trekt. Bijvoorbeeld we ontdekken vaak dat we naar een bewegend reclamebord aan het kijken zijn terwijl we dat niet van plan waren. Wanneer een object de aandacht trekt dan spreken we over bottom-up selectie (selectie opgedrongen door de omgeving). Doorgaans zal een oogbewegingspatroon een combinatie zijn van top-down and bottom-up factoren (zie bijv. Theeuwes et al., 1998). Wanneer

er aangeleerde sequenties van oogbewegingspatronen zijn (zoals bijvoorbeeld de noodzakelijke fixaties om rechts af te slaan) dan zal het oogbewegingspatroon sterk top-down van aard zijn (zie Theeuwes & Hagenzieker, 1993). Wanneer de persoon geen specifieke taak heeft en alleen maar “aan het rondkijken is” dan zal het oogbewegingspatroon sterk gestuurd worden door de fysieke eigenschappen van de omgeving. In dat geval zal met name gekeken worden naar die objecten die opvallend zijn (zie bijv. Underwood et al., 2006).

2.5 Opvallendheid van objecten

Met *opvallendheid* wordt bedoeld de mate waarin een object uniek is in zijn directe omgeving. Het gaat hierbij om de mate waarin het object fysiek anders is dan alle andere objecten in de omgeving (Itti & Koch, 2002). Opvallendheid is geen eigenschap van een object *an sich* maar is altijd afhankelijk van de omgeving waarin het object geplaatst is. Een fluorescerend geel informatiebord is opvallend in een typische verkeersomgeving. Wanneer er meerdere van dit soort borden aanwezig zijn neemt de opvallendheid van zo’n bord af. Het plaatsen van vele opvallende verkeersborden zal er uiteindelijk toe leiden dat geen van de verkeersborden meer opvallend is. (zie Figuur 3)



Figuur 3: Illustraties: Opvallendheid van een bord hangt af van de mate waarin andere opvallende informatie in het visuele veld aanwezig is. In het bovenste linker plaatje is het gele bord opvallend. Wanneer er meerdere opvallende borden zijn het wordt de opvallendheid van elk bord apart minder. In het onderste plaatje wordt de opvallendheid van het bewegwijzeringbord verminderd door het grote oranje reclamebord

Het zal evident zijn dat het van belang is dat verkeersrelevante objecten (verkeersborden, wegbelijning, andere weggebruikers) een zekere mate van opvallendheid hebben. Maar zoals hierboven aangegeven kunnen niet alle objecten opvallend zijn. Omdat opvallendheid relatief is kan door het aanbrengen van meerdere relatief unieke objecten de opvallendheid van alle objecten minder worden. Wanneer er vele relatief opvallende objecten aanwezig zijn (bijv. in een stadsomgeving) wordt ook wel gesproken van visuele clutter.

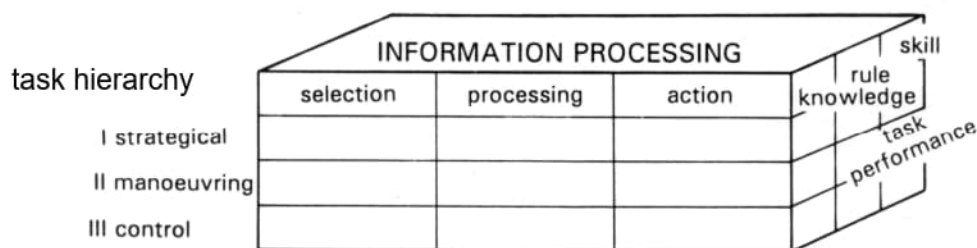
De rol van opvallendheid van objecten bij het scannen van de verkeersomgeving is enigszins complex. Aan de ene kant kunnen opvallende objecten de aandacht van de weggebruiker trekken op een bottom-up manier. De weggebruiker is niet specifiek op zoek naar het bepaalde object maar omdat het zo opvallend is kijkt de weggebruiker even naar dit opvallende object (ook wel attention conspicuity genoemd, Hughes and Cole, 1984). Wanneer de automobilist op zoek is naar bepaalde objecten (bijv. komt er een fietser van rechts?; mag ik hier links af? Is dit een eenrichtingsweg?) dan zal een opvallend object eerder en sneller gedetecteerd worden. Het is van belang hierbij te beseffen dat wanneer de weggebruiker op zoek is naar specifieke informatie de verwachting waar zo'n object zich zal bevinden in de verkeersomgeving een belangrijke, misschien wel een belangrijkere, rol speelt dan de opvallendheid van het object. In een serie van visuele zoekexperimenten in verkeersomgevingen liet Theeuwes (Theeuwes & Hagenzieker, 1993; Theeuwes, 1991, 1996) zien dat opvallende objecten geplaatst op locaties waar weggebruikers ze niet verwachten eenvoudig niet gezien worden. Bijvoorbeeld Theeuwes en Hagenzieker (1993) lieten zien dat een opvallend verkeersbord aan de linkerkant van de weg eenvoudig niet werd gezien; een fietser op de rijbaan terwijl die verwacht werd op het fietspad werd over het hoofd gezien. Dit impliceert dat het van groot belang dat bij het ontwerp van de wegomgeving rekening wordt gehouden met de verwachtingen van de weggebruiker. Met andere woorden een wegomgeving moet ontworpen zijn volgens de principes van Self Explaining Roads (zie Theeuwes & Godthelp, 1995a, 1995b; Theeuwes, Godthelp & Riemersma, 1992 voor een nadere uitleg van dit principe van SER).

De keerzijde van dit principe is dat wanneer een verkeersomgeving niet aansluit bij de verwachtingen van de weggebruiker, de kans dat de weggebruiker wordt afgeleid door irrelevante opvallende objecten veel groter is. Dit wordt gedemonstreerd door experimenten van Theeuwes (1996). In deze oogbewegingstudie diende proefpersonen een verkeersbord op te sporen (bijv. een blauw verkeersbord) dat te zien was op een video-opname gefilmd vanuit het perspectief van de bestuurder. Wanneer dit verkeersbord op een verwachte plaats stond, hadden

proefpersonen nauwelijks last van afleidende distractoren (zoals een voetganger in een oranje jasje). Maar wanneer het verkeersbord op een onverwachte plaats stond, werden proefpersonen afgeleid door de distractoren. Met andere woorden, wanneer de wegomgeving onduidelijk is, niet consistent is met de verwachtingen, dan is de kans groot dat opvallend objecten het zoekpatroon gaan verstoren.

2.5 Visuele selectie tijdens de rijtaak

Om te begrijpen hoe visuele selectie plaatsvindt tijdens het autorijden dient bedacht te worden dat de rijtaak verschillende niveaus kent. Figuur 4 geeft een onderverdeling in drie verschillende dimensies.



Figuur 4: De rijtaak onderverdeeld naar taakhiërarchie, taakprestatie en stadia van informatieverwerking (model van Theeuwes, 2002)

Wat betreft het strategisch niveau (het plannen van een trip, het afwegen van welke route het beste is) speelt visuele selectie (zoals het hier bedoeld is) geen rol. Bij het manoeuvre niveau van de rijtaak (zoals inhalen, stoppen, invoegen, voorrang geven) speelt visuele selectie een zeer belangrijke rol. Bij het uitvoeren van deze manoeuvres is het noodzakelijk dat bepaalde meestal prototypische oogbewegingspatronen worden uitgevoerd (bijv. bij het afslaan: in de spiegels kijken, over de schouder kijken, naar de wegbelijning kijken, richting aangeven, etc). Voor het goed uitvoeren van de verschillende manoeuvres is een adequate sampling van de omgeving absoluut noodzakelijk. Wanneer zo'n patroon van oogbewegingen verstoord wordt, dan kunnen er gemakkelijk fouten (en

daarmee ongevallen) ontstaan. Een sequentie van oogbewegingen bij het uitvoeren van een manoeuvre wordt geïnitieerd door de weggebruiker en is daarmee sterk top-down gestuurd. Het controle niveau van de rijtaak is het laagste niveau en heeft met name te maken met het besturen van het voertuig, het schakelen en het koershouden. In het algemeen wordt verondersteld dat taken op dit laagste niveau min of meer automatisch worden uitgevoerd en dat actieve visuele selectie nauwelijks noodzakelijk is. Er wordt in dit verband wel gesproken over *ambient vision* en *focal (foveal) vision* (Leibowitz & Post, 1982). Focal vision is het soort van selectie waarbij actief oogbewegingen worden uitgevoerd en wat bij de rijtaak cruciaal is voor het detecteren van incidenten en gevaarlijke situaties. Dit is het soort van selectie dat centraal staat in dit rapport. Via ambient vision komt informatie beschikbaar zonder dat de relevante informatie daadwerkelijk gefixeerd hoeft te worden. Onderzoek heeft laten zien dat ervaren automobilisten nauwelijks naar de wegbelijning kijken en de auto besturen puur op basis van de informatie beschikbaar in het perifere gezichtsveld (bijv. Mourant & Rockwell, 1972; Summala, Nieminen, & Punto, 1996). Ditzelfde onderzoek heeft laten zien dat onervaren bestuurders bij het koershouden veel vaker de wegbelijning fixeren. Dit impliceert dat onervaren automobilisten meer bezig zijn met het besturen van de auto en daardoor minder capaciteit over hebben om zich te richten op relevante gebeurtenissen in de omgeving.

Een andere dimensie die in Figuur 4 naar voren komt is het niveau waarop de taak wordt uitgevoerd. Deze dimensie is beschreven door Rasmussen (1985). Hij maakt onderscheid tussen knowledge-based, rule-based of skill-based gedrag. *Skill-based gedrag* wordt uitgevoerd op een geheel automatisch niveau waarbij de taak zonder al te veel "cognitie" wordt uitgevoerd (zoals bijvoorbeeld het koershouden). Het scannen van een omgeving tijdens het autorijden zal tot op zekere hoogte automatisch worden uitgevoerd (bijv. het incidenteel checken van de spiegels). Het rule based gedrag is het gedrag dat wordt uitgevoerd volgens bepaalde subroutines. Wanneer er zich een bepaalde situatie voordoet zal een set van gedragingen worden uitgevoerd zoals handelingen worden uitgevoerd bij het bereiden van een maaltijd op basis van een recept uit een kookboek. Zoals eerder beschreven wordt bij het uitvoeren van een manoeuvre een visuele scanpatroon opgehaald uit het geheugen en

uitgevoerd volgens een set van vaste regels waarbij bepaalde cues in de omgeving worden afcheckt. Bijvoorbeeld de intentie om de voorligger te gaan inhalen zal leiden tot een bepaald scanpatroon waarbij er eerst naar de voorligger wordt gekeken, daarna naar de rijbaan naast de voorligger (de wegbelijning) en vervolgens naar het verdwijnpunt, etc. (zie bijv. Salvucci, Liu, & Boer, 2001). Van belang is te onderkennen dat dit soort scangedrag wordt geïnitieerd door de automobilist die een bepaalde intentie heeft en dat een dergelijk scanpatroon min of meer volgens een set van vaste regels wordt uitgevoerd. Knowledge-based gedrag (het hoogste niveau) komt voor in onbekende situaties waarbij er geen regels zijn om het gedrag te sturen. In dit soort situaties speelt visuele selectie ook een belangrijke rol. Wanneer een verkeerssituatie onduidelijk is (een wegomleiding, een vreemde werk-in-uitvoering situatie, navigeren in een onbekende stad) en er geen vaste regels zijn hoe om te gaan met de situatie zullen weggebruikers in hoog tempo de omgeving afscannen om de onzekerheid over de situatie te reduceren. In dit soort gevallen is het zoekgedrag weliswaar geïnitieerd door weggebruiker maar omdat er geen regels zijn om de onzekerheid te reduceren ("waar moet ik kijken om te weten wat van mij verwacht wordt") zal het oogbewegingspatroon sterk gestuurd worden door de visuele elementen in de omgeving (bottom-up; zie sectie 2.4). Met ander woorden, weggebruikers zullen in eerste instantie kijken naar die objecten die opvallend zijn (in het oogspringen).

2.6 Een model van visuele selectie tijdens de rijtaak

Het is bekend dat oogbewegingspatronen van automobilisten onderling weinig consistentie vertonen. Automobilisten die dezelfde weg afleggen laten allen een min of meer uniek oogbewegingspatroon zien. Ook is er weinig consistentie in het patroon van oogbewegingen wanneer een automobilist een aantal keer dezelfde weg aflegt. Dit suggereert sterk dat er weinig wetmatigheden zijn in het proces van visuele selectie en het suggereert dat oogbewegingspatronen min of meer random zijn. Toch is het zeer waarschijnlijk dat er bepaalde sterke wetmatigheden zijn in het oogbewegingspatroon maar door aard van de rijtaak zullen die niet gemakkelijk kunnen worden blootgelegd in een "natuurlijke" rijtaak. Om te begrijpen waarom er zo weinig consistentie lijkt te zijn in

oogbewegingspatronen dient bedacht te worden dat de automobilist zich tijdens het autorijden op elk moment feitelijk in een van twee mogelijke "toestanden" (*states*) kan bevinden (zie Theeuwes, 1989). Wanneer een bepaalde manoeuvre dient te worden uitgevoerd (bijv. "het inhalen van een voorligger", "het voorsorteren voor links afslaan" etc) ontstaat een bepaalde onzekerheid die gereduceerd kan worden door het uitvoeren van een vast, top-down gestuurd oogbewegingspatroon. Het is het typische oogbewegingspatroon dat zichtbaar wordt wanneer bijvoorbeeld een rij-instructeur aan de leerlingchauffeur zegt "we gaan hier afslaan". Onzekerheid kan ook "intern" ontstaan mogelijk geïnduceerd door ambiguïteiten in de omgeving waarbij de automobilist onzeker is over een bepaalde toestand ("moet ik hier afslaan richting Amsterdam", "is dit een eenrichtingsweg", "hoe hard rij ik nu"). Ook zo'n interne state van onzekerheid zal leiden tot een specifiek oogbewegingspatroon dat deze onzekerheid kan reduceren. De automobilist definieert als het ware een zoekdoel (bijv. "een verkeersbord dat aangeeft dat het een eenrichtingsweg is") dat via een top-down gestuurd oogbewegingspatroon opgespoord zal worden. Wanneer een analyse gemaakt wordt van het oogbewegingspatroon dan lijkt er weinig consistentie omdat het moment van onzekerheid (en daarmee het moment van het starten van een min of meer consistent oogbewegingspatroon) voor iedere automobilist op elk moment anders kan zijn.

De andere toestand waarin een automobilist zich kan bevinden is een toestand waarbij er geen onzekerheid is waardoor het niet noodzakelijk is om de omgeving (en het instrumentarium in de auto) te checken om onzekerheid te reduceren. Hiermee wordt bedoeld dat de automobilist feitelijk geen direct zoekdoel heeft (geen actieve taak) en niet een bepaalde manoeuvre aan het uitvoeren is. In plaats van actief zoeken is, lijkt de automobilist in een toestand van "passively noticing" (zie ook Ranney, 1994).

3. Visuele afleiding in het verkeer

De automobilist kan tijdens het rijden worden afgeleid door informatie langs de weg die niet direct relevant is voor de rijtaak. In principe zijn er twee typen van afleiding mogelijk. Aan de ene kant kan de automobilist er zelf voor kiezen om gedurende enige tijd aandacht te gaan besteden aan informatie die niet relevant is voor de rijtaak. We spreken dan van *zelf-gekozen afleiding*. Aan de andere kant kan de automobilist worden afgeleid door irrelevante informatie terwijl de automobilist zijn best doet om niet te worden afgeleid. Dit laatste noemen we *opgedrongen afleiding* en wordt ook wel 'distractie' genoemd. In dit hoofdstuk bespreken we deze twee vormen van afleiding en de omstandigheden waaronder deze vormen van afleiding kunnen voorkomen. We geven ook aan onder welke omstandigheden dit soort van afleiding de verkeersveiligheid in gevaar zou kunnen brengen

3.1. Zelf gekozen afleiding

Wanneer er geen onzekerheid over de momentane toestand en er geen manoeuvres uitgevoerd hoeven te worden zal de automobilist zich in de eerder beschreven toestand van "*just noticing*" bevinden. Onder deze omstandigheden zou de automobilist ervoor kunnen kiezen aandacht te besteden aan verkeers-irrelevante informatie langs de weg. Omdat er niet een bepaald zoekdoel is en er geen sterke top-down sturing is, zal selectie sterk bepaald worden door de opvallendheid van de objecten in de omgeving. Zoals eerder beschreven zullen objecten met een unieke kleur, vorm, helderheid de aandacht en het oog kunnen trekken. Objecten met een unieke beweging (reclameborden die "omklappen") of objecten snelveranderende luminanties (zwaailichten, grote LCD schermen) zijn bijzonder opvallend. Nadat het oog getrokken is naar een object omdat het opvallend is in zijn omgeving, zijn er andere eigenschappen van een object die het oog een zekere tijd kunnen "vasthouden". Het vasthouden van het oog door een voor de rijtaak irrelevant object is ongunstig voor de verkeersveiligheid met name wanneer dat object op een locatie staat sterk in de periferie, op grote afstand van de primary visual attention lobe.

De vraag die rijst is welke eigenschappen van een object het oog gedurende een lange tijd kunnen vasthouden. In algemeen kan gesteld

worden dat informatie die visueel en cognitief interessant is, het oog kan vasthouden. Op de eerste plaats zijn objecten die vreemd, uniek zijn, en onverwacht zijn in hun omgeving in staat het oog een zekere tijd vast te houden. Wanneer een object bekend en verwacht is zal het slechts zeer kort gefixeerd worden. Wanneer een object onverwacht is zal het wellicht initieel kort gefixeerd worden maar het is waarschijnlijk dat zo'n object meerdere malen korter of langer wordt gefixeerd waardoor de totale *glance duration* relatief lang zal zijn. Objecten met tekst die mogelijk toevallig relevant kunnen zijn voor de automobilist (bijv. aanprijzen van een sneeuwvakantie wanneer de automobilist toevallig van plan is om op wintersport vakantie te gaan) kunnen het oog vasthouden. Reclame uitingen die een zekere interesse opwekken (zie voorbeelden Figuur 5) kunnen het oog gedurende een lange tijd vasthouden. Ook andere onverwachte, interessante zaken kunnen het oog gedurende enige tijd vasthouden; bijv een ongeval op de andere rijbaan.



Figuur 5. Voorbeelden van reclame-uitingen die het oog enige tijd kunnen "vasthouden". A. Tekst (die regelmatig verandert) en die relevant kan zijn voor passerende automobilist. B. Sexy reclame-uitingen C. Vreemde unieke objecten D. Tekst met reclame-aanbieding.

Effecten op de verkeersveiligheid bij zelf-gekozen afleiding:

We moeten onderscheid maken tussen twee fasen:

1. De omgeving suggereert dat er geen urgente rijtaak gerelateerde informatiebehoefte is (er is geen onzekerheid en/of er hoeven geen manoeuvres te worden uitgevoerd). In deze "state" kan de automobilist overgaan tot het bekijken van verkeers-irrelevante informatie. Deze situatie is ongunstig voor de verkeersveiligheid wanneer (1) de omgeving suggereert dat het veilig is om even geen aandacht te besteden aan verkeers-relevante informatie terwijl enig moment later het cruciaal is dat aandacht wordt besteed aan de rijtaak. (2) de omgeving suggereert dat er geen manoeuvres hoeven te worden uitgevoerd terwijl het noodzakelijk is om direct te handelen. Wanneer het druk is, wanneer er vele in en uitvoegingen plaats vinden, wanneer er vele inhaalmanoeuvres zijn etc, dan is het onwaarschijnlijk dat de automobilist zich laat afleiden door irrelevante informatie. Het gevaar is vooral aanwezig wanneer de omgeving suggereert dat "er niets aan de hand is" terwijl enige momenten later er onverwachte zaken gebeuren zoals het plotseling ontstaan van een file, een plotselinge rijstrookversmalling, een noodzakelijke snelheidsaanpassing, een rijstrook afsluiting terwijl die niet verwacht worden.
2. Wanneer de automobilist heeft gekozen voor het bekijken van verkeers-irrelevante zaken dan is met name informatie die het oog lang vast houdt minder gunstig voor de verkeersveiligheid. Als richtlijn kan gekozen worden dat *glance durations* (totale kijktijd naar een object) van 1.6 sec of langer als onacceptabel ingeschat moeten worden. De bovengrens is afkomstig van onderzoek naar in-car apparaten (Wierwille, 1993). Wierwille liet zien dat automobilisten bereid zijn tot maximaal 1.6 sec op een display in het voertuig te kijken voordat ze weer naar de weg keken. De suggestie van dit onderzoek is dat automobilisten het als veilig inschatten om gedurende maximaal 1.6 sec niet naar de weg voor hen te kijken. Deze waarde van 1.6 sec komt min of meer overeen met de waardes zoals gerapporteerd door de Vos, Godthelp, Theeuwes & Verwey (1996) in een studie waarbij

automobilisten door middel van het sluiten van een bril konden aangeven hoe lang ze durfde te rijden zonder naar de weg te kijken. Deze proef was uitgevoerd op een standaard autosnelweg waarbij de proefpersoon met verschillende snelheden moest rijden. De tijd varieerde van 1.7 sec bij 80 km/h tot 1.3 sec bij 120 km/h. Het is duidelijk dat het "wegkijken" van het centrale gezichtsveld bij hogere snelheden korter zal moeten zijn dan bij lagere snelheden.

Zoals eerder aangegeven informatie met veel tekst (die mogelijk relevant is voor de automobilist) vreemde, ambigue en onverwachte zaken kunnen het oog relatief lang vast houden. Wanneer die informatie ook nog eens sterk in de periferie wordt aangeboden kan het oog gedurende langere tijd sterk zijn afgewend van de primary visual attention lobe (het centrale gezichtsveld). Dit is bijzonder ongunstig voor de verkeersveiligheid. Wanneer de tekst kort is, weinig informatie bevat (zoals bijvoorbeeld logo's van bedrijven) dan zal het oog maar heel kort worden vastgehouden en zijn de effecten op de verkeersveiligheid nihil. Wanneer de informatiewaarde van verkeers-irrelevante informatie erg hoog is dan kan het zelfs leiden tot gedragsaanpassingen waarbij automobilisten gaan afremmen om de informatie op te nemen. Dit is ook ongunstig voor de verkeersveiligheid.

3.2. Opgedrongen afleiding

We spreken van opgedrongen afleiding wanneer weggebruikers worden afgeleid door verkeers-irrelevante informatie terwijl ze dat feitelijk niet willen. Deze situatie doet zich voor wanneer de weggebruiker zich in een state van onzekerheid bevindt en/of een manoeuvre wil gaan uitvoeren. Een bepaald min of meer karakteristiek oogbewegingspatroon is te verwachten waarbij door het systematisch samplen van de omgeving informatie wordt binnengehaald die de onzekerheid reduceert en een bepaalde manoeuvre mogelijk maakt. Wanneer de omgeving goed is gestructureerd en er weinig onduidelijkheid is waar zich de relevante informatie bevindt (ontworpen volgens de principes van Self-Explaining Roads) dan zal irrelevante informatie wanneer deze is geplaatst op locaties

relatief ver van de primary visual attention lobe tot weinig distractie leiden. Alleen informatie geplaatst op locaties waar zich normaal relevante informatie bevindt of informatie die wat betreft kleur en vormgeving lijkt op relevant informatie zal tot distractie leiden (zie Figuur 6). Objecten met een bijzonder hoge opvallendheid (zoals snelle luminantie-veranderingen, objecten die bewegen, bewegende billboards, zwaailichten etc) kunnen tenallentijden tot distractie leiden (zie Figuur 6B). Wanneer de omgeving niet goed is gestructureerd en er onduidelijkheid is waar zich de relevante informatie bevindt en wat van een weggebruiker verwacht wordt dan zal er geen vast oogbewegingspatroon voorhanden zijn en zal de weggebruiker gevoeliger zijn voor distractie. Door het ontbreken van een sterk top-down gestuurd oogbewegingspatroon neemt de kans toe dat het oog wordt getrokken naar irrelevant opvallende informatie. Dit effect wordt versterkt wanneer deze irrelevante informatie zich bevindt op locaties waar zich normaal relevante informatie bevindt en/of op locaties dicht bij de primary visual attention lobe.



Figuur 6: Voorbeelden van mogelijke distractie. Figuur A geeft een opvallend bord op een locatie waar normaal verkeersrelevante informatie wordt aangeboden (dit bord is niet relevant). Figuur B. Een groot LCD scherm langs een autosnelweg in de VS. Doordat scherm snelveranderingen images presenteert zal het leiden tot distractie.



Figuur 7: In dit voorbeeld is op kunstmatige wijze een reclamebord geplaatst juist daar waar zich normaal verkeersrelevante informatie bevindt. Dit bord is ook nog eens uitgevoerd in hetzelfde blauw dat gebruikt wordt voor bewegwijzering. Zo'n bord zal tot distractie leiden. Het grote reclamebord centraal geplaatst zal tot minder distractie leiden omdat het een afwijkende kleur en formaat heeft en op een locatie staat die doorgaans niet gebruikt wordt voor het presenteren van relevante informatie.

Effecten op de verkeersveiligheid bij opgedrongen afleiding:

Opgedrongen afleiding is het type afleiding dat een groter negatief effect op de verkeersveiligheid zal hebben dan zelf-gekozen afleiding. Omdat de weggebruiker op zoek is naar specifieke informatie die nodig is voor de momentane taakuitvoering zal deze distractie ertoe leiden dat hij/zij minder snel de relevante informatie tot zijn/haar beschikking heeft. De distractie zal doorgaans slechts kortdurend zijn behalve wanneer het onduidelijk is of de informatie die gefixeerd wordt wel of niet relevant is voor de taak uitvoering. Het is daarom van groot belang dat de het direct duidelijk is dat de aangeboden informatie niet van belang is voor het uitvoeren van de rijtaak (zie Figuur 7). Dit impliceert dat reclame-uitingen of informatie die anderszins niet direct van belang is voor de rijtaak alleen geplaatst wordt op locaties die normaal geen relevante informatie bevatten en wat betreft lay-out en kleurstelling afwijkt van borden die verkeersrelevante informatie verschaffen.

Zoals aangegeven zal in een sterk gestructureerde omgeving waar weinig onzekerheden zijn het top-down gestuurde zoekpatroon sterk zijn en er weinig distractie optreden. Wanneer de omgeving minder gestructureerd is, is het oogbewegingspatroon minder top-down gestuurd en gevoeliger voor distractie met name distractie door informatiebronnen op locaties die doorgaans gereserveerd zijn voor verkeersrelevante informatie.

4. Individuele verschillen

In dit hoofdstuk bespreken we mogelijke individuele verschillen in de mate waarin automobilisten worden afgeleid door irrelevante informatie buiten de auto.

4.1. Oudere weggebruiker.

Onderzoek laat zien dat ouderen (doorgaans 65 jaar en ouder) meer last hebben van visuele distractie, en problemen hebben met het onderdrukken (inhiberen) van het verwerken van informatie die niet relevant is voor de taak (bijv. Carlson et al., 1995). De snelheid waarmee informatie kan worden verwerkt en de mate waarin ouderen in staat zijn hun aandacht te verdelen over het visuele veld nemen af (o.a., Ball & Owsley, 1991). Onderzoek laat ook zien dat ouderen vaker hetzelfde object een aantal keren scannen (Maltz & Shinar, 1999). Rockwel (1998) liet zien dat ouderen 20% vaker terug gaan naar het hetzelfde object voordat ze het herkennen. De mate waarin mensen aandacht tussen taken kunnen verdelen neemt ook af met toenemende leeftijd (McKnight & McKnight, 1993).

Wanneer we deze achteruitgang in informatieverwerkingsvaardigheden betrekken op visuele afleiding dan is het aannemelijk dat ouderen met name last hebben van visuele distractie ofwel opgedrongen afleiding. Wanneer een verkeersomgeving goed gestructureerd is waarbij het duidelijk is hoe de oudere automobilist zich moet gedragen en waar de relevante informatie langs de weg te vinden is dan zal het probleem van distractie tot op zeker hoogte meevallen. De oudere automobilist kan in zo'n omgeving gebruik maken van sterke top-down gestuurde zoekpatronen en wanneer er alleen relevante informatie op de verwachte plaatsen staat zal de oudere automobilist relatief weinig last hebben van distractie. Wanneer de omgeving minder goed is gestructureerd en er veel onzekerheid is wat van de automobilist verwacht wordt, dan kan er geen gebruik gemaakt worden van de ingesleten zoekpatronen en zal de oudere automobilist gemakkelijk kunnen worden afgeleid. Omdat de verwerkingssnelheid minder is zullen de *glance durations* toenemen. Met

andere woorden, ouderen zullen vaak relatief lang kijken naar relevante maar zeker ook naar irrelevante, vaak onbekende, informatie. Omdat ze ook nog eens problemen hebben met inhibitie kunnen ze vaak niet "loskomen" van irrelevante informatie. Het gevolg is dat ouderen in deze omstandigheden vaak lang "wegkijken" van het centrale gezichtsveld waardoor de kans op een ongeval sterk toeneemt. Omdat de ervaren werklast voor de oudere automobilist zo wie zo hoger zal zijn is de kans op het detecteren van relevante gebeurtenissen in de omgeving (zoals het plotseling stoppen van een voorligger) relatief laag. Voor de oudere automobilist is het cruciaal dat de relevante informatie wordt aangeboden op de verwachte plaatsen. Het door elkaar aanbieden van relevante en irrelevante informatie langs de wegen is voor de ouderen weggebruiker problematisch omdat het relatief veel tijd kost om te besluiten of informatie wel of niet relevant is.

4.2 Jonge (onervaren) weggebruikers.

De jonge automobilist heeft minder ervaring met de rijtaak dan de ervaren automobilist. Dit impliceert dat de scanpatronen bij het uitvoeren van manoeuvres en het vinden van relevante informatie nog niet zo zijn ingesleten. Mourant en Rockwell (1972) lieten zien dat het visuele scan gedrag van de jonge automobilist minder effectief is dan dat van de ervaren automobilist. Omdat de jonge automobilist minder gebruik kan maken van sterke top-down patronen zal hij/zij gemakkelijker worden afgeleid door opvallende irrelevante informatie. Een studie van Miltenburg en Kuiken (1991) lijkt dat te bevestigen. In deze studie keken proefpersonen naar een video van een aantal typische verkeerssituaties. De resultaten suggereerde dat onervaren, jonge bestuurders met name naar irrelevante maar opvallende zaken keken. Ervaren automobilisten waren minder vaak afgeleid en keken ook vaak korter naar verkeersrelevante objecten. Een ander aspect dat hiermee samenhangt is dat de werklast die de rijtaak met zich meebrengt voor jonge, onervaren automobilisten vaak hoger is. Ze kunnen minder gebruik maken van top-down strategieën. Door de hogere werklast is additionele distractie door irrelevante informatie extra problematisch. Omdat jongere automobilisten ook vaak hun eigen capaciteiten overschatten (o.a., Gregersen, 1996)

bestaat het risico dat ze zich niet bewust worden van het feit dat ze te veel zijn afgeleid door irrelevante informatie zowel binnen als buiten de auto.

5. Visuele afleiding tijdens het rijden in duisternis

Bij duisternis zullen de effecten van visuele afleiding sterker zijn omdat de objecten opvallender zijn. Dit effect treedt met name op wanneer objecten intern verlicht zijn en de omgeving relatief donker is. Omdat er bij duisternis minder sterke top-down sturing is zal het oog gemakkelijker worden getrokken door opvallende irrelevante informatie bronnen. Naast het aandacht trekken kunnen heel helder verlichte objecten ook aanleiding geven tot tijdelijke verblinding waarbij automobilisten even minder kunnen waarnemen. Dit effect is met name sterk bij oudere automobilisten die -- doordat het oog troebel wordt-- extra gevoelig zijn voor de effecten van verblinding. Overigens kunnen effecten van verblinding ook overdag optreden bij bijvoorbeeld laagstaande zon. Ook hier zal de waarnemingsdrempel tijdelijk lager komen te liggen waardoor automobilisten kritische gebeurtenissen minder snel zullen detecteren zelfs wanneer ze ernaar kijken.

5. De do's and don't's van reclame langs wegen

Uit basis van bovenstaande analyse kunnen een aantal principes worden afgeleid van de do's and don't's van reclame (en andere rijtaak irrelevante informatie) langs wegen. In de volgende tabellen staan deze principes uitgelegd.

Verkeers-irrelevante Informatie (reclame)?	Wanneer	Waar	
Wel	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rustige goed gestructureerde wegen; traditionele ASW (geen spitsstroken, vluchtstrook aanwezig, geen nabijheid van tunnels/bruggen) ○ Weinig kans op files; weinig kans op onverwachte zaken ○ Weinig manoeuvres noodzakelijk, niet nabij invoeg-uitvoeg stroken (bijvoorkeur twee-baans ivm rijstrook wisselingen) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Alleen op locaties die ver van het centrale gezichtveld liggen. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○ ○ ○
Mogelijk	<ul style="list-style-type: none"> ○ Drukke goed gestructureerde (2 x 2 baans) wegen; traditionele ASW (geen spitsstroken, vluchtstrook aanwezig, geen tunnels/bruggen) ○ Weinig manoeuvres noodzakelijk, niet nabij invoeg-uitvoeg stroken. ○ Kleine onderlinge snelheidsverschillen tussen voertuigen 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Zeker niet op locaties die doorgaans relevante informatie bevatten (zeker niet boven of naast de weg) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○
Niet	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wegen waar veel manoeuvres noodzakelijk zijn, waar onduidelijkheden zijn (bijv. wisselstroken, spitsstroken, werk in uitvoering), waar vele rijbaanwisselingen optreden, waar de informatie dichtheid groot is 		

Nooit	Terughoudend zijn met	Wel ma
<ul style="list-style-type: none"> ○ Bewegende reclame, zwaailichten, bewegende intern verlichte reclames ○ Reclame die veranderd wanneer de automobilist passeert ○ Irrelevante informatie combineren met relevante verkeersinformatie ○ Gebruik van vormgeving van reclame (kleursetting, dimensies) die lijkt op de vormgeving voor relevante informatie ○ Reclame (en andere irrelevante informatie) op plaatsen waar men relevante informatie verwacht ○ Informatie die het oog van de automobilist gedurende lange tijd vasthoudt (een kijktijd van 1.6 sec of meer); 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Informatie die niet direct relevant is voor de weggebruiker (bijv mottoborden; irrelevante informatie op DRIPS) ○ Informatie die voor slechts een kleine doelgroep relevant is ○ Intern verlichte reclameborden bij nacht ○ Het aanbieden van veel relevante en irrelevante bij elkaar, in een kort tijdsbestek (leidt tot visuele competitie, visuele clutter) ○ Het aanbieden van te veel informatie langs wegen zowel voor wat betreft rijtaak-relevante als irrelevante informatie (verkeersborden, matrixsignaalgevers, motto-borden, informatieborden, reclame, DRIPS, etc). ○ Tegenstrijdige informatie 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Recl (bijv ○ Recl duid voor ○ Recl het v ○ Infor met word met

Literatuur

- Alm, H., & Nilsson, L. (1995). The effects of a mobile telephone task on driver behaviour in a car following situation. *Accident Analysis and Prevention*, 27, 707-715.
- Carlson, M. C., Hasher, L., Connelly, S. L., & Zacks, R. T. (1995). Aging, distraction and the benefits of predictable location. *Psychology and Aging*, 10, 427-436.
- Gregersen, N.P., (1996). Young drivers' overestimation of their own skill—An experiment on the relation between training strategy and skill. *Accident Analysis and Prevention*, 28, 243-250.
- Hills, B. (1980). Vision, visibility and perception in driving. *Perception*, 9:183-216.
- Itti, L. & Koch, C. (2002) Computational Modeling of Visual Attention, *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 194-203,
- Kantowitz B. H. and Moyer M. J., 2000, *Integration of driver in-vehicle ITS information*. NHTSA., Washington DC
- Lamble, D., Kauranen, T., Laakso, M., & Summala, H. (1999). Cognitive load and detection thresholds in car following situations: safety implication for using mobile (cellular) telephones while driving. *Accident Analysis and Prevention*, 31, 617-623.
- Leibowitz, H.W. & Post, R.B. (1982). *The two modes of processing concept and some implications*. In J. Beck (Ed.), *Organization and representation in perception* (pp. 343-363). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Maltz, M. & Shinar, D. (1999). Eye movements of younger and older drivers. *Human Factors*, 41, 15-25
- McKnight, A. J., & McKnight, A. S. (1993). The effect of cellular phone use upon driver attention. *Accident Analysis and Prevention*, 25, 259-265.
- Miltenburg, P.G.M. and Kuiken, M.J. (1991). The Effect of Driving Experience on Visual Search Strategies In: M.J. Kuiken and J.A. Groeger, (Eds.), *Feedback Requirements and Performance Differences of Drivers*. Haren, the Netherlands: Traffic Research Centre, University of Groningen.
- Mourant, R.R. and Rockwell, T.H. (1972). Strategies of visual search by novice and experienced drivers. *Human Factors*, 14 325-335.
- Ball, K., Owsley, C. (1991). Identifying Correlates of Accident Involvement for the Older Driver. *Human Factors*, 33, 583-595.
- Ranney, T.A., (1994). Models of driving behavior: a review of their evolution. *Accident Analysis and Prevention* 26, 733-750
- Rasmussen, J. (1985). The role of hierarchical knowledge representation in decision making and system management. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 15, 234-243.
- Rockwell, R. H. (1972). *Eye movement analysis of visual information acquisition in driving*. Sixth Conference of the Australian Road Research
- Salvucci, D. Boer, E. and Liu, A. (2001) Toward an Integrated Model of Driver Behavior in a Cognitive Architecture. *Transportation Research Record*, 1779:9-16.
- Simons, D.J., & Levin, D.T. (1997). Change blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 261-267
- Sivak, M. (1996). The information that drivers use: is it indeed 90% visual? *Perception*, 25:1081- 1081.
- Summala, H., Nieminen, T. and Punto, M. (1996) Maintaining lane position with peripheral vision during in-vehicle tasks. *Human Factors*, 38, 442-451.

- Stevens, A., Board, A., Allen, P. & Quimby, A., (1999), *A Safety Checklist for the Assessment of In-Vehicle Information Systems: A User's Manual*. Project Report PA3536/99 (Crowthorne: Transport Research Laboratory).
- Theeuwes, J. (1989). *Visual selection: exogenous and endogenous control: a review of the literature*. Report IZF 1989 C-3. TNO Institute for Perception, Soesterberg.
- Theeuwes, J. (1991). Visual selection: exogenous and endogenous control. In A. Gale et al.: *Vision in Vehicle III* (pg. 53-62). Amsterdam: North Holland.
- Theeuwes, J. (1993). Visual attention and driving behavior. In Santos, J.A. (ed.): *Human Factors in Road Traffic*. Lisboa: Esher.
- Theeuwes, J. (1996). Visual search at intersections: An eye-movement analysis. In A.Gale et al.: *Vision in Vehicle V*. Amsterdam: North Holland.
- Theeuwes, J, Kramer, A.F, Hahn, S. & Irwin, D. E. (1998). Our eyes do not always go where we want them to go: capture of the eyes by new objects. *Psychological Science*, 9, 379-385.
- Theeuwes, J. (2002) The effects of road design on driving. Barjonet, P.E. (ed.) *Traffic Psychology Today*
- Theeuwes, J. & Hagenzieker, M.P. (1993). Visual search of traffic scenes: On the effect of location expectations. In A. Gale et al.: *Vision in Vehicle IV* (pg. 149-158). Amsterdam: N. Holland
- Theeuwes, J., Godthelp, H. & Riemersma, J.B.J. (1992). Self-explaining Roads kunnen bijdragen aan verkeersveiligheid. *Verkeerskunde*, 9, 26-29.
- Theeuwes, J. & Godthelp, J. (1995a). Self-Explaining Roads. *Safety Science*, 19, 217-225.
- Theeuwes, J. & Godthelp, J. (1995b). *Self-Explaining Roads: How people categorize roads outside the built-up area*. In Proceedings of "International Conference Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program" 26-28 September, Lille, France.
- Underwood, G., Foulsham, T, van Loon, E., Humphreys, L. and Bloyce, J. (2006). Eye movements during scene inspection: A test of the saliency map hypothesis. *European Journal of Cognitive Psychology* 18:321-342
- Verstraten, F. & Theeuwes, J. (2002). Aandacht maakt de wereld. *Natuur en Techniek*, 70 (2), 36-39
- Vos, A.P. Godthelp, J. Theeuwes, J. Verwey, W.B. (1996) *The influence of a heading control system on driver workload*. Report TNO-TM 1996 C-48. TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg.
- Wickens, C. D. & Hollands, J. G. (2000). *Engineering Psychology and Human Performance*. 3rd edn. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Wickens, C.D., Lee, J., Liu, Y., and Gordon-Becker, S.E. (2003) *An Introduction to Human Factors Engineering* (2nd ed.) Upper Saddle Hill, N.J.: Prentice Hall.
- Wierwille, W. W. (1993). *Visual and manual demands of in-car controls and displays*. In B. Peacock and W. Karwowski (Eds.), *Automotive Ergonomics*. Taylor & Francis: Washington, D.C. (pp 299-320.).