

TNO-rapport

IZF 1991 C-1

**J. Theeuwes
J.W.A.M. Alferdinck**

RETROREFLECTERENDE VER- KEERSBORDEN: KLASSE I VERSUS KLASSE II

Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegeestaan

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten TNO', dan wel de betreffende
terzake tussen partijen gesloten
overeenkomst

© TNO

Opdrachtgever: Dienst Verkeerskunde van de Rijkswaterstaat,
Postbus 1031, 3000 BA ROTTERDAM

Aantal bladzijden: 19

INHOUD

	Blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
1.1 Probleemstelling	7
1.2 Theoretische achtergrond	7
1.3 Verschillen tussen de twee klassen van retroreflectie	9
2 PRAKTIJK METING RETROREFLECTIEWAARDEN	12
2.1 Methode	12
2.2 Resultaten	13
3 LABORATORIUM METING RETROREFLECTIEWAARDEN	14
3.1 Methode	14
3.2 Resultaten	15
4 ALGEMENE DISCUSSIE	16
5 CONCLUSIES	18
REFERENTIES	19

Retroreflecterende verkeersborden: klasse I versus klasse II

J. Theeuwes en J.W.A.M. Alferdinck

SAMENVATTING

In de nieuwe uitvoeringsvoorschriften voor de uitvoering, plaatsing en toepassing van verkeerstekens wordt overwogen de eis op te nemen om nagenoeg alle verkeersborden uit te voeren in het retroreflecterende materiaal klasse I. Hierbij is de vraag gerezen of, uit oogpunt van verkeersveiligheid, een aanscherping naar klasse II wenselijk is.

De achterliggende gedachte hiervan is de veronderstelling dat verkeersborden uitgevoerd in klasse II materiaal een hogere opvallendheid hebben dan verkeersborden uitgevoerd in klasse I. Een positief effect van het klasse II materiaal werd vooral verwacht in omgevingen met hinderlijke achtergrondverlichting en bij complexe verkeerssituaties. Deze situaties doen zich met name voor binnen de bebouwde kom. Gebleken is dat binnen de bebouwde kom waarnemingsafstanden boven de 50 meter nauwelijks een rol spelen. Praktijk- en laboratoriummetingen laten zien dat bij waarnemingsafstanden onder de 50 m, vanuit de positie van de bestuurder, er geen luminantie verschillen optreden tussen verkeersborden uitgevoerd in klasse I en klasse II materiaal. Er is derhalve om redenen van opvallendheid, geen grond aanwezig de uitvoeringsvoorschriften op dit punt nader aan te scherpen.

Retroreflective traffic signs in the built-up area: EG versus HIG material

J. Theeuwes and J.W.A.M. Alferdinck

SUMMARY

It was thought that the use of HIG material would improve the conspicuity of traffic signs relatively to the commonly used EG materials in complex environments in which there exists a lot of background noise. Since these situations primarily occur in the built-up area, only perception distances of 50 m or less were considered. The results of the study showed that there was no difference in luminance between the two materials. It is argued that there is no reason to ordain the use of HIG material within the built-up area, at least not for reasons of conspicuity.

1 INLEIDING

1.1 Probleemstelling

In het kader van de herziening van het Reglement Verkeersregels en Verkeersstekens 1966, zullen de huidige wettelijke regelingen voor uitvoering, plaatsing en toepassing van verkeerstekens worden vervangen door nieuwe uitvoeringsvoorschriften. Deze uitvoeringsvoorschriften worden op grond van het gestelde in het Besluit Administratieve Bepalingen inzake het Wegverkeer (BABW) vastgesteld door de Minister van Verkeer en Waterstaat. Binnen de werkgroep belast met het opstellen van de nieuwe uitvoeringsvoorschriften BABW is de vraag gerezen welke eisen gesteld moeten worden aan de retroreflectie kwaliteit van verkeersborden. Het gaat hierbij met name om de vraag of het zinvol is om *alle* verkeersborden uit te voeren in het retroreflecterende materiaal klasse II of dat kan worden volstaan met de bepaling dat alle borden uitgevoerd dienen te zijn in het retroreflecterende materiaal klasse I en slechts een klein aantal borden die bijzonder relevant zijn voor de verkeersveiligheid (b.v. het stopbord, vallende pijl) uitgevoerd dienen te zijn in klasse II. Door de Dienst Verkeerskunde van de Rijkswaterstaat werd daarom de vraag gesteld wat het effect van beide materialen is op de *opvallendheid bij nacht* in relatie met het verschillende verkeersomgevingen binnen. De onderzoeksaanpak richtte zich in eerste instantie op het bepalen van de retroreflecterende eigenschappen van deze materialen.

1.2 Theoretische achtergrond

In het algemeen kan gesteld worden dat bij het doorgeven van informatie via verkeerstekens drie aspecten van informatieverwerking een rol spelen. Op de eerste plaats dient een verkeersbord de aandacht van de verkeersgebruiker te trekken. Vervolgens dient de alfanumerieke code of het symbool zichtbaar en leesbaar te zijn. Tenslotte dient de weggebruiker de informatie aanwezig op het bord te herkennen en te begrijpen (Hughes & Cole, 1984). De mate waarin een object in staat is om de aandacht van de waarnemer te trekken wordt gedefinieerd als de *opvallendheid* van dat object (Connors, 1975). Omdat leesbaarheid en herkenbaarheid slechts een rol speelt wanneer het bord de aandacht van de weggebruiker heeft getrokken, wordt wel beweert dat de opvallendheid van een verkeersbord een belangrijkere rol speelt in verkeersveiligheid dan leesbaarheid en herkenbaarheid (Cole & Jenkins, 1982).

Godthelp (1980) heeft onderzoek verricht naar de verschillen in leesbaarheid (herkenbaarheid) tussen verkeersborden vervaardigd van klasse I en II materiaal. Proefpersonen reden bij nacht toe op klasse I of klasse II verkeersborden

geplaatst langs een experimentele route buiten de bebouwde kom. Op het moment van het *herkennen* van het verkeersbord drukten de proefpersonen op de claxon en de afstand tot aan het verkeersbord werd bepaald. Alle geteste soorten van borden (b.v. stopbord, vallende pijl, etc.) werden herkend op een afstand van tenminste 160 m waarbij borden vervaardigd van klasse II retroreflecterend materiaal gemiddeld 10% eerder werden herkend. Wanneer het ging om de herkenning van het symbool op het verkeersbord (b.v. het mannetje van het werk in uitvoering bord) vond herkenning op veel kortere afstand plaats en was er nauwelijks een verschil tussen klasse I en klasse II.

De bevindingen van Godthelp (1980) geven geen direct antwoord op de huidige vraag of het, vanuit oogpunt van verkeersveiligheid, zinvol is om klasse II verkeersborden toe te passen. Een positief effect van verkeersborden uitgevoerd in klasse II materiaal wordt vooral verwacht in omgevingen met hinderlijke c.q. afleidende achtergrondverlichting en bij complexe verkeerssituaties waarbij de weggebruiker vooral zijn aandacht moet vestigen op het overige verkeer. Deze situaties doen zich vooral voor binnen de bebouwde kom. Uit verkeersveiligheidsstudies blijkt dat binnen de bebouwde kom, waarnemingsafstanden boven de 50 m nauwelijks een rol spelen (Hagenzieker & Noordzij, 1990). Bovendien komen binnen de bebouwde kom verkeersborden veelal pas in het zicht van de bestuurder wanneer hij de borden al binnen een afstand van 50 m is genaderd. Omdat het voordeel van een betere *herkenning* van klasse II t.o.v. klasse I zich pas bij grotere afstanden openbaart (boven de 160 m), kan het niet zo zijn dat om redenen van herkenbaarheid gekozen moet worden voor klasse II binnen de bebouwde kom.

Anderzijds dient bedacht te worden dat de herkenbaarheid van een verkeersbord slechts één aspect van informatieverwerking is. Zoals aangegeven speelt de mate waarin een bord in staat is de aandacht te trekken een belangrijkere rol zeker wanneer een verkeersbord pas in het zicht komt wanneer de weggebruiker het bord tot dichtbij is genaderd. De vraag kan dus gesteld worden of verkeersborden vervaardigd van klasse II materiaal een grotere opvallendheid hebben dan borden gemaakt van klasse I materiaal binnen een waarnemingsafstand van 50 m.

Een object is nooit opvallend in absolute zin. De opvallendheid van een object hangt af van de achtergrond waarin dat object geplaatst is. Bij het naderen van een verkeersbord bijvoorbeeld verandert perceptueel gezien het bord constant. Het bord wordt groter maar zal zich ook steeds verder naar de periferie bewegen. Ook de achtergrond zal veranderen en het verkeersbord zal afhankelijk van de andere elementen in de visuele scene wel of niet opvallend blijven en/of worden. In natuurlijke scènes heeft de omgeving op twee niveaus invloed op de opvallendheid van een bepaald object. Op lokaal niveau kan de opvallendheid van een object veranderen doordat de directe omgeving verandert. Dit heeft met

name invloed op het *lokale* contrast, het verschil in luminantie tussen het object en zijn directe omgeving. Jenkins (1982) toonde aan de kans dat een verkeersbord gedetecteerd wordt, afhangt van het lokale verschil in luminantie (lokaal contrast) en niet zozeer van het absolute luminantie niveau van het verkeersbord.

Op globaal niveau kan de opvallendheid van een bepaald object veranderen doordat de complexiteit van de omgeving verandert. Complexiteit is een algemene term voor een hele set van omgevingseigenschappen die de opvallendheid van een object kunnen beïnvloeden, zoals aantal elementen, de heterogeniteit, en de configuratie van andere elementen in het visuele veld. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat de opvallendheid van een bepaald object afneemt naarmate de andere omgevingselementen fysisch meer op het object gaan lijken.

1.3 Verschillen tussen de twee klassen van retroreflectie

Het huidige onderzoek richt zich op de vraag of klasse I en II van elkaar verschillen in opvallendheid binnen een waarnemingsafstand van 50 m. Om deze vraag te kunnen oplossen dient eerst bepaald te worden wat het verschil in luminantie is tussen beide klasse van borden binnen een waarnemingsafstand van 50 m.

Retroreflectie is de weerkaatsing van het invallende licht in de richting van de lichtbron. De effectiviteit waarmee materiaal in staat is het licht terug te reflecteren in de richting van de bron geeft de kwaliteit van retroreflectie aan. Klasse II (HIG) richt het invallende licht in een nauwere bundel terug in de richting van de lichtbron dan klasse I (EG) met als gevolg dat ter plaatse van de lichtbron de hoeveelheid licht gereflecteerd door een klasse II verkeersbord groter is dan de hoeveelheid licht gereflecteerd door een klasse I verkeersbord. Klasse I en II verkeersborden verschillen *alleen* van elkaar in de mate waarin ze licht reflecteren. Eventuele verschillen in opvallendheid kunnen dan ook alleen veroorzaakt zijn doordat het ene bord meer licht reflecteert dan het andere bord gegeven een bepaalde achtergrond. Een object dat bij nacht wordt aangestraald wordt waargenomen omdat het oog van de waarnemer zich in de bundel van gereflecteerd licht bevindt. Wanneer het oog van de waarnemer zich op de plaats van de lichtbron bevindt dan zal klasse II met zijn veel nauwere weerkaatsingsbundel volgens de fabrieksgegevens een 3.5 maal grotere helderheid hebben dan klasse I materiaal. Wanneer de afstand tussen de waarnemer en de lichtbron toeneemt dan zal het oog zich uit het centrum van de gereflecteerde lichtbundel bewegen. Bij een nauwe bundel gereflecteerd licht (klasse II) zal het oog sneller buiten de bundel gereflecteerd licht vallen dan wanneer de retroreflectie enigszins diffuus is (klasse I).

De afstand in visuele hoek tussen het oog van de bestuurder en de koplamp, gezien vanuit de reflector, wordt *observatiehoek* α genoemd (zie Fig. 1). Omdat bij het naderen van een verkeersbord de observatiehoek toeneemt, verdwijnt het aanvankelijke voordeel in helderheid van klasse II materiaal naarmate men het verkeersbord dichternadert. In het algemeen betekent een grote observatiehoek relatief minder gereflecteerd licht en dit effect is groter wanneer de gereflecteerde bundel relatief smal is zoals bij klasse II. De hoek die de invallende lichtstralen maken met de loodlijn op het oppervlak van het verkeersbord wordt de *invalshoek* β genoemd. Deze hoek neemt ook toe met het naderen van het verkeersbord maar beïnvloed het retroreflecterend vermogen slechts gering. Bovendien is het effect op de retroreflectie waarde gelijk voor beide klasse materialen.

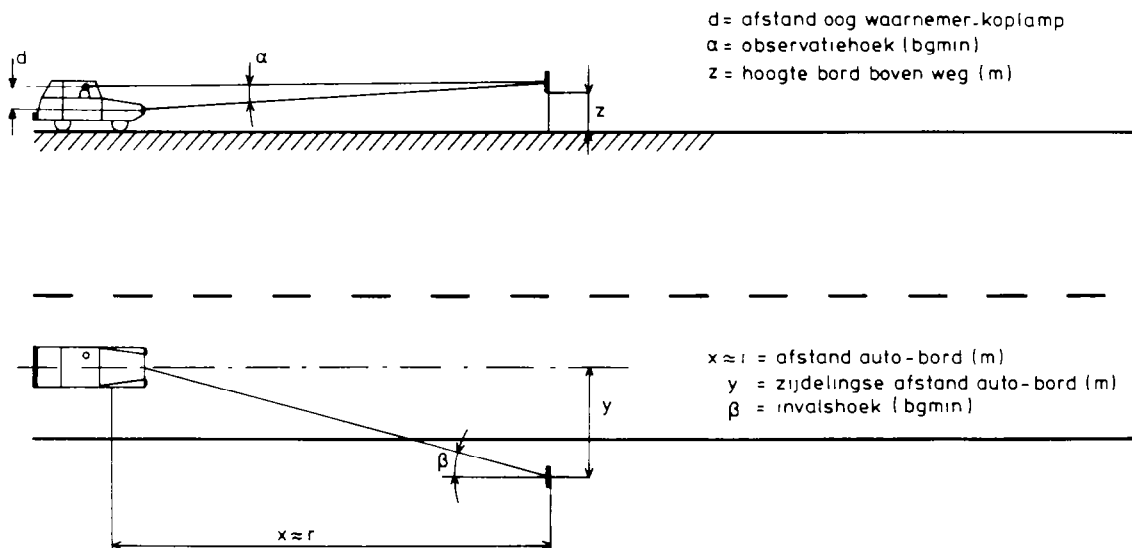


Fig. 1 Observatiehoek α en invalshoek β (uit Godthelp, 1977).

Doorgaans wordt de observatiehoek α berekend volgens een eenvoudig model:

$$\tan \alpha = \frac{d}{x} \quad [1]$$

waarin d = afstand oog waarnemer-koplamp; volgens Lozano (1976) geldt voor personenauto's een gemiddelde afstand van $d = 0.6$ m

x = afstand auto-bord, gemeten evenwijdig aan de rijrichting (m).

De mate waarin een bord licht reflecteert, wordt uitgedrukt in de retroreflectiecoëfficiënt R' gedefinieerd als:

$$R' = \frac{L \cdot \cos \beta}{E} \quad (\text{cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}) \quad [2]$$

waarin L = luminantie van het object (cd/m^2)

E = verlichtingssterkte ter plaatse van het object, gemeten in een vlak loodrecht op de invallende lichtbundel (lux)

β = invalshoek

Fig. 2 geeft de retroreflectiewaarde R' als functie van de observatiehoek α voor klasse I en klasse II materialen voor de kleuren wit, rood en blauw, volgens de fabrikant. Het blijkt dat met toenemende observatiehoek het voordeel van klasse II ten opzichte van klasse I steeds minder wordt. Aan de bovenzijde van de figuur is aangegeven wat volgens Godthelp (1980) de verhouding is tussen observatiehoek en de afstand waarnemer-verkeersbord.

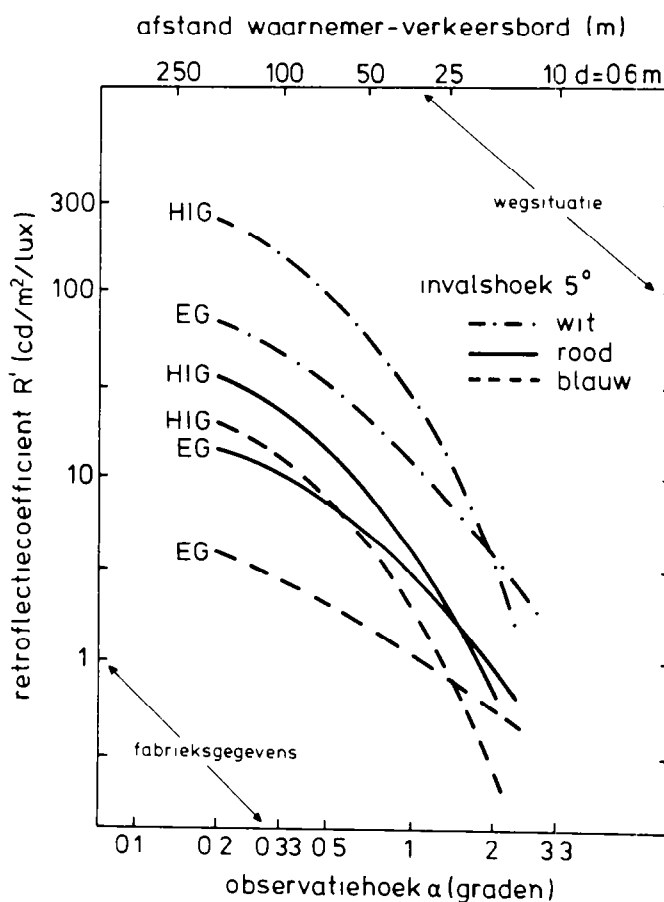


Fig. 2 De retroreflectiecoëfficiënt R' als functie van de observatiehoek α van klasse I (EG) en klasse II (HIG) voor verschillende kleuren (fabrieksgegevens; uit Godthelp, 1977).

Volgens deze figuur zouden HIG borden een 1.5 maal grotere helderheid hebben dan EG borden bij een afstand van 50 m. Bij 20 m zou er geen verschil meer zijn tussen beide klasse van materialen.

2 PRAKTIJK METING RETROREFLECTIEWAARDEN

2.1 Methode

De retroreflectiewaarden van de materialen klasse I en II werden in de praktijk bepaald aan de hand van luminantie metingen van het witte gedeelte van bord nummer 11 (fabrikaat 3M). Er werd gebruik gemaakt van nieuwe verkeersborden. De gedimde koplampen van een Volvo 240 werden afgesteld volgens de keuringseisen. Vanuit de positie van de bestuurder werd op een centrale lijn die loodrecht stond op de voorkant van de auto, de afstanden 10, 20, 30, 40, 50, 60 m gemarkeerd. Vanuit deze afstandsmarkeringen werden op 5.25 m rechts en links van het oog van de waarnemers meetpunten gepositioneerd, resulterende in totaal 6 meetpunten aan de rechter en 6 meetpunten aan de linker kant (zie Fig. 3). De positie van de meetpunten komen overeen met een typische wegsituatie binnen de bebouwde kom.

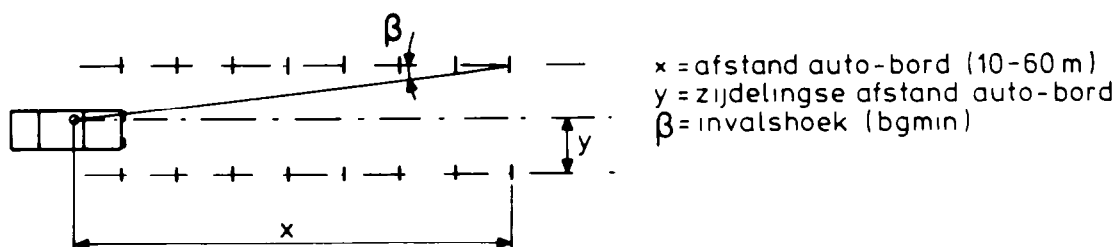


Fig. 3 Meetopstelling voor het bepalen van retroreflectiewaarden in de praktijk.

Tijdens de metingen werd het bord steeds op een van de meetpunten gepositioneerd zodanig dat het bord een hoek van ongeveer 90° met de as van de weg maakte. Zoals de norm voor plaatsing binnen de bebouwde kom voorschrijft bevond de onderkant van het bord zich op 2.20 m boven het wegdek. De metingen gingen als volgt in zijn werk. Nadat het bord op de juiste positie was gebracht werd vanuit de positie van het oog van de bestuurder de luminantie L van het witte gedeelte van bord gemeten door middel van een luminatiemeter (fabrikaat: Lichtmesstechnik, type: LMT-L1009). Deze waarde geeft de hoeveel-

heid licht die gereflecteerd wordt door het bord ter plaatse van het oog van de bestuurder. Vervolgens werd met dezelfde luminatiemeter de verlichtingssterkte E ter plaatse van het bord in de richting van de koplampbundel bepaald. Deze waarde geeft de hoeveelheid licht die op het bord valt. De verhouding tussen deze waarden geeft de reflectiecoëfficiënt R' (zie [2]). Deze procedure werd voor elke bordpositie en voor elke klasse materiaal 2 maal uitgevoerd. Om er voor te zorgen dat vocht geen effect kon hebben op de metingen, werden de bordes regelmatig afgeveegd met een droge doek. De metingen vonden plaats bij volledige duisternis.

2.2 Resultaten

Per bordpositie werd de gemiddelde luminantie berekend. De gemeten luminantie ter plaatse van de koplamp (in cd/m^2) werd omgerekend naar de verlichtingssterkte E (in lx) t.g.v. de twee koplampen. Gegeven een bepaalde invalshoek β werd de retroreflectiecoëfficiënt R' bepaald voor de meetpunten aan de linker en rechterkant.

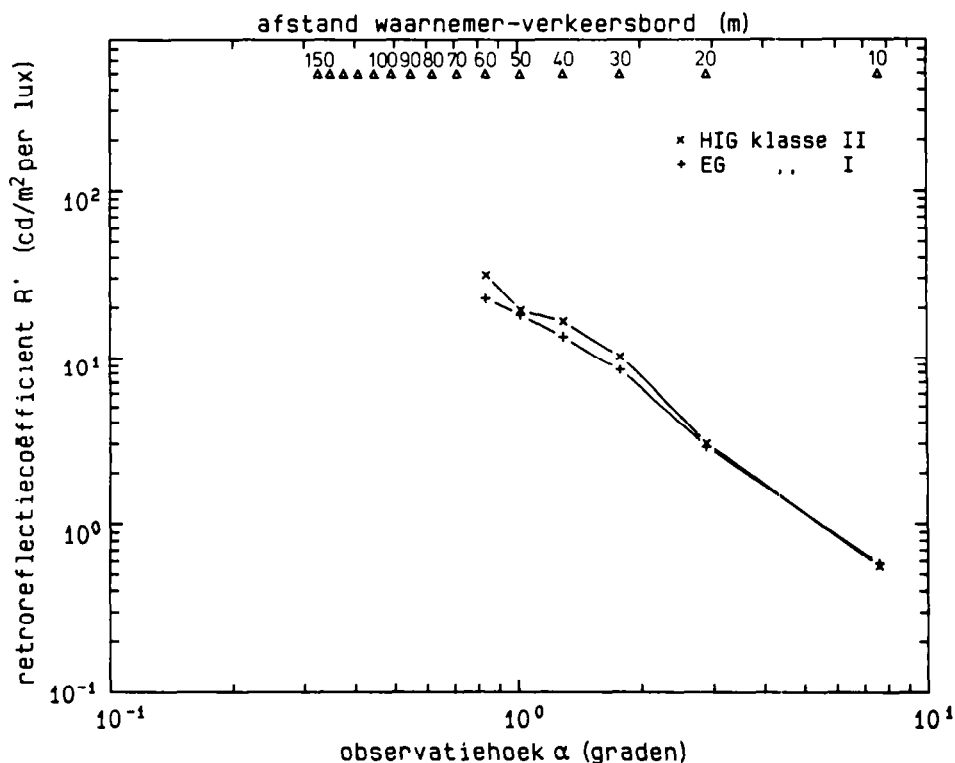


Fig. 4 Retroreflectiecoëfficiënt R' als functie van de afstand waarnemer/verkeersbord en de observatiehoek (praktijkmetingen).

De afstanden tussen het verkeersbord en de bestuurders positie (10 t/m 60 m) waarop de metingen hebben plaatsgevonden, zijn omgerekend naar de observatiehoek α . Fig. 4 geeft de gemiddelde retroreflectiecoëfficiënt R' als functie van de observatiehoek α . Aan de bovenzijde zijn de werkelijke afstanden uitgezet. Uit de grafiek komt naar voren dat beide materialen nauwelijks van elkaar verschillen wat betreft retroreflectie. Omdat deze resultaten niet overeenkomen met de fabrieksgegevens (zie Fig. 2) bestond er onzekerheid over de betrouwbaarheid van de praktijk metingen. De bovenstaande metingen zijn daarom nogmaals uitgevoerd in het laboratorium.

3 LABORATORIUM METING RETROREFLECTIEWAARDEN

3.1 Methode

De reflectiecoëfficiënt R' werd bepaald volgens NEN 3011 (1977) met CIE-standaard lichtsoort A en een invalshoek van 5° (zie Fig. 5). Er werd gemeten bij de observatiehoeken 0.2° , 0.33° , 0.5° , 1.0° , 2.0° , en 3.0° die later konden worden omgerekend naar overeenkomstige afstanden tussen waarnemer en verkeersbord.

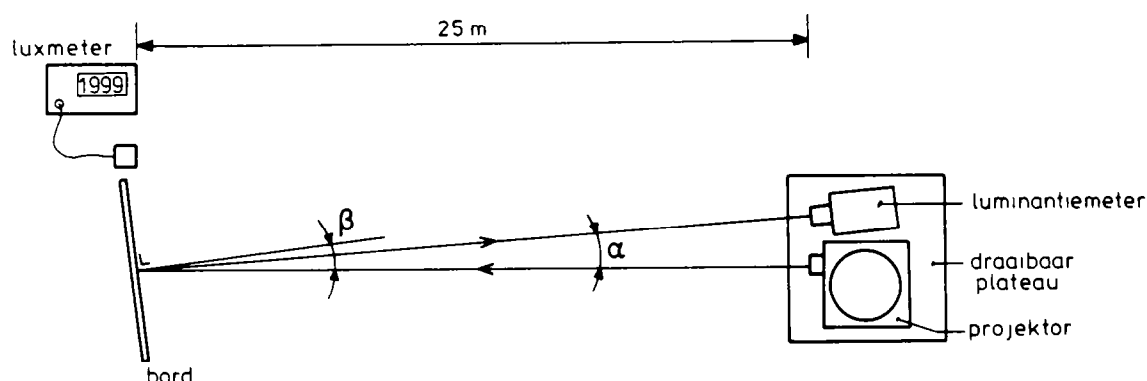


Fig. 5 Meetopstelling voor het bepalen van retroreflectiewaarden in het laboratorium. α = observatiehoek; β = invalshoek.

Als lichtbron werd een projector gebruikt met een halogeenlamp afgeregeld volgens CIE-standaard lichtsoort A. De luminantie werd gemeten met een Pritchard luminantiemeter (type 1980). Door de luminantiemeter t.o.v. de projector te bewegen werden verschillende observatiehoeken gecreëerd. De verlichtingssterkte E op het bord werd bepaald door een luxmeter in de projectorbundel te houden ter plaatse van het bord. In totaal werd deze procedure

uitgevoerd voor 6 observatiehoeken, drie kleuren (wit, rood en blauw) en voor beide klassen materialen (klasse I en klasse II)

3.2 Resultaten

Fig. 6 geeft de retroreflectiecoëfficiënt als functie van de observatiehoek voor de kleuren wit, rood en blauw. Uit de figuur blijkt dat naar verwachting blauw en rood aanzienlijk minder licht reflecteren dan wit.

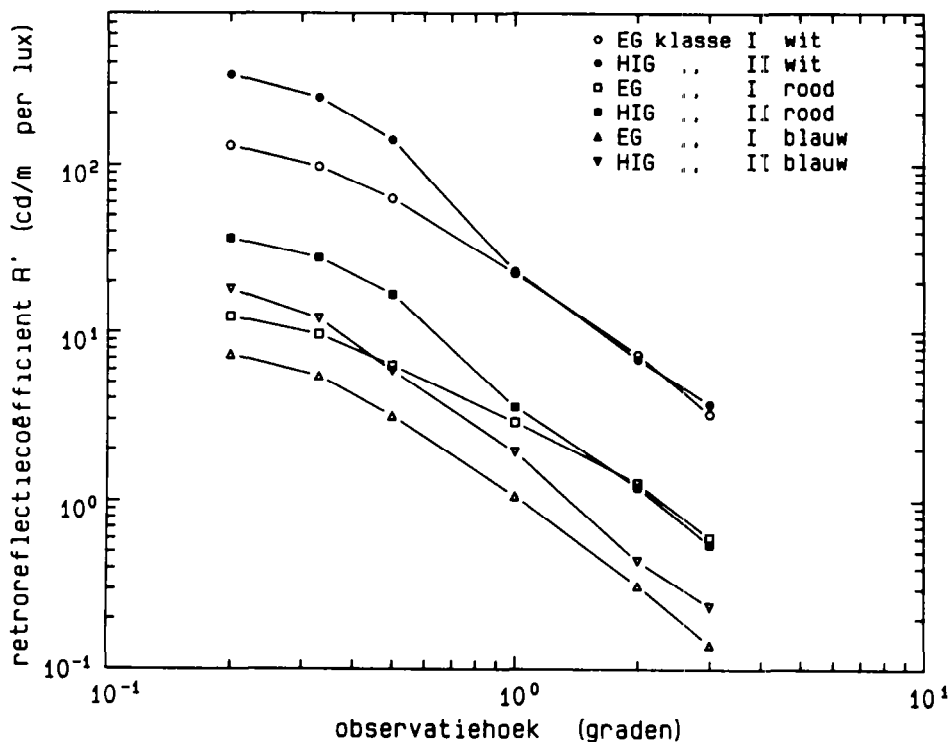


Fig. 6 Retroreflectiecoëfficiënt R' als functie van de observatiehoek van klasse I en II retroreflectie materiaal voor de kleuren wit, rood, en blauw (laboratoriummetingen).

De observatiehoeken zijn teruggerekend naar de overeenkomstige afstanden tussen waarnemer en verkeersbord volgens de methode zoals beschreven in Alferdinck (1990). In tegenstelling tot het eenvoudige model zoals beschreven onder [1], wordt in het model van Alferdinck (1990) rekening gehouden met de observatiehoeken van de afzonderlijke koplampen. In Fig. 7 zijn de resultaten van de laboratoriummetingen voor de kleur wit en de praktijkmetingen (Fig. 4) samengevoegd. Zoals uit de Fig. 7 blijkt komen de laboratorium metingen nauwkeurig overeen met de metingen uitgevoerd op het testtraject. De figuur

laat duidelijk zien dat bij grote afstanden tussen waarnemer en verkeersbord (kleine observatiehoek) klasse II een hogere reflectiewaarde heeft dan klasse I. Tot ongeveer 60 m is er geen verschil in retroreflectie tussen klasse I en klasse II.

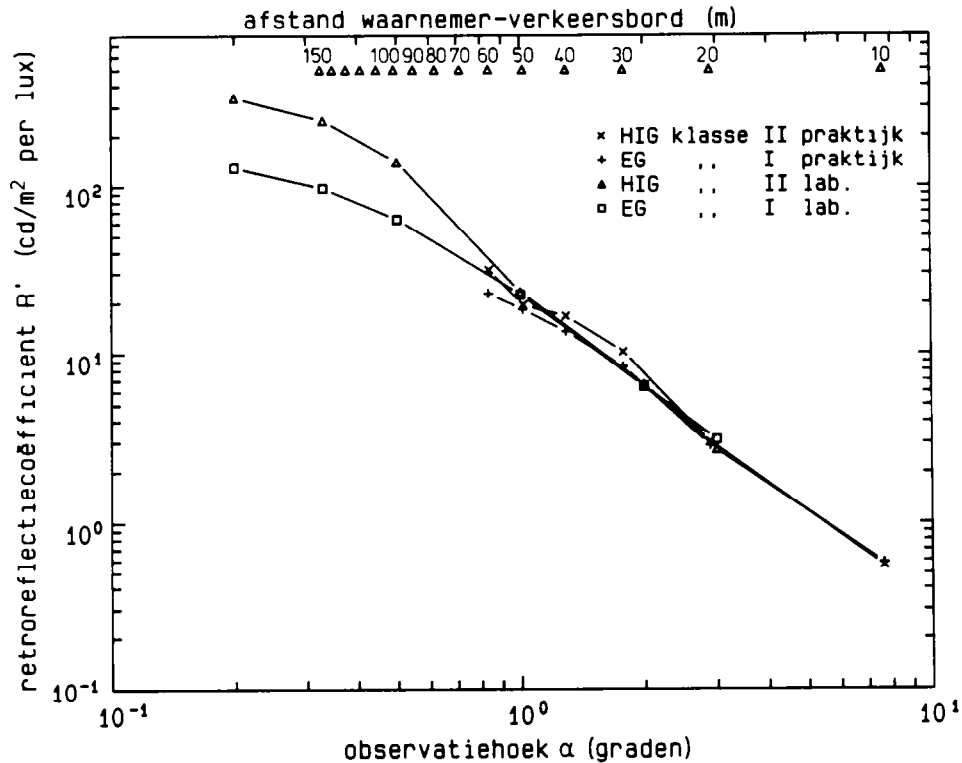


Fig. 7 Retroreflectiecoëfficiënt R' als functie van de observatiehoek (praktijk en laboratorium metingen).

4 ALGEMENE DISCUSSIE

Dit onderzoek had als initiële vraag of het zinvol is om *alle* verkeersborden borden uit te voeren in het retroreflecterende materiaal klasse II (High Intensity Grade: HIG). De achterliggende gedachte was de veronderstelling dat de hogere reflectie van klasse II verkeersborden een gunstig effect zou hebben op de opvallendheid bij nacht. Het onderzoek beperkte zich tot waarnemingsafstand kleiner dan 50 m omdat binnen de bebouwde kom alleen afstanden van 50 m of korter relevant zijn (Hagenzieker & Noordzij, 1990). Op grond van de fabrieksgegevens (zie Fig. 2) kon vooraf verondersteld worden dat klasse II, ook bij kortere afstanden, meer licht zou reflecteren dan klasse I. De huidige metingen geven aan dat dit *niet* het geval is. Elke discussie over verschillen in opvallend-

heid tussen klasse I en II bij afstanden onder de 50 m is niet zinvol omdat vanuit de positie van de bestuurder, de borden fysisch identiek zijn aan elkaar.

Er zijn twee redenen aan te geven waarom de huidige metingen afwijken van de fabrieksgegevens. Op de eerste plaats geven de fabrieksgegevens retroreflectiewaarden die afwijken van de werkelijke waarden. Bijvoorbeeld bij een observatiehoek van 0.2° geven de fabrieksgegevens een reflectiecoëfficiënt van 70 en 250 cd/m^2 per lux voor respectievelijk klasse I en klasse II (zie Fig. 2, kleur wit). Onze metingen geven bij dezelfde observatiehoek respectievelijk 120 en 320 cd/m^2 per lux (zie Fig. 7). Uit dit voorbeeld blijkt dat op grond van de fabrieksgegevens de effectiviteit van klasse II materiaal wordt overschat: volgens de fabrieksgegevens zou klasse II een factor 3.6 meer licht reflecteren dan klasse I, terwijl onze metingen slechts een factor 2.6 verschil laten zien. Dit verschil is te wijten aan het feit dat de fabrieksgegevens gegarandeerde minimumwaarden zijn en derhalve altijd lager zijn dan de gemeten waarden. Recente gegevens afkomstig van het 3M laboratorium in Duitsland laten dit verschil in minimum en gangbare waarden nog eens duidelijk zien. Volgens Dibbern (1991, persoonlijke communicatie) zijn de gangbare retroreflectiewaarden voor de kleur wit bij een observatiehoek van 0.2° respectievelijk 121 en 320 cd/m^2 voor de klasse I en klasse II materiaal. Deze door 3M verstrekte waarden stemmen nauwkeurig overeen met de waarden zoals deze door ons zijn bepaald.

Op de tweede plaats is er bij het terugrekenen van de observatiehoek naar de overeenkomstige afstanden waarnemer-verkeersbord bij de fabrieksgegevens het eenvoudige model toegepast (zie [1]). Omdat dit model geen rekening houdt met de observatiehoeken van de afzonderlijke koplampen, worden de afstanden sterk onderschat. Bij de huidige berekeningen is gebruik gemaakt van het uitgebreide model van Alferdinck (1990) wat een veel betere benadering van de werkelijkheid geeft. De afstanden zoals geven in Fig. 2 zijn dan ook sterk onderschat. Bijvoorbeeld een observatiehoek van 0.5° zou volgens de fabrieksgegevens overeenkomen met een afstand van 68 m terwijl in werkelijkheid de overeenkomstige afstand 100 m bedraagt.

De huidige resultaten zijn in lijn met de eerdere bevindingen van Godthelp (1980) t.a.v. de herkenning van het symbool op het verkeersbord. Godthelp (1980) liet zien dat bij korte herkenningsafstanden nauwelijks een verschil tussen klasse I en klasse II bestond. Woltman & Szczech (1990) lieten zien dat voor afstanden tussen de 122 m en 366 m klasse II een factor 2.5 meer licht reflecteerde dan klasse I. Bij 61 m was er nauwelijks nog verschil tussen klasse I en II.

5 CONCLUSIES

Als binnen de bebouwde kom 50 m als relevante waarnemingsafstand wordt beschouwd, (Hagenzieker & Noordzij, 1990) kan geconcludeerd worden dat het *niet* zinvol is om alle borden uit te voeren in klasse II materiaal. Bij afstanden kleiner dan 50 m zijn de luminanties ter plaatse van de bestuurder voor beide klassen identiek. Het relatief verminderde reflecterend vermogen van klasse II bij korte afstanden wordt veroorzaakt door de relatief grote observatiehoek. Bij voertuigen waarbij de afstand tussen oog van de bestuurder en koplamp relatief groot is (vrachtauto's, bussen) zal dit effect alleen maar sterker zijn en zal bij kleine waarnemingsafstanden, klasse II zelfs minder licht reflecteren dan klasse I.

Bij relatief grote waarnemingsafstanden (meer dan 100 m) is klasse II tenminste twee maal zo helder als klasse I. Onder deze omstandigheden zal klasse II de voorkeur hebben, omdat verwacht mag worden dat een twee maal hogere helderheid een gunstig effect zal hebben op de opvallendheid (Jenkins, 1982). Bovendien wordt bij deze afstanden een klasse II bord eerder herkend dan een klasse I bord (Godthelp, 1981).

REFERENTIES

- Alferdinck, J.W.A.M. (1990). Leesbaarheid van bewegwijzering met diamond grade; optische metingen en berekeningen. Rapport IZF 1990 C-14. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg
- Cole, B.L. & Jenkins, S.E. (1982). Conspicuity of traffic control devices. Australian Road Research Report 12, 223-238.
- Connors, M.M. (1975). Conspicuity of target lights: The influence of color. NASA Technical Note TN-D7960.
- Godthelp, J. (1977). De waarneembaarheid van verkeersborden bij nacht; een theoretische beschouwing. Rapport IZF 1977 C-4. Instituut voor Zintuigfysiologie, Soesterberg.
- Godthelp, J. (1980). Het zien van verkeersborden bij nacht. Rapport IZF 1980 C-2. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg
- Hagenzieker, M. & Noordzij, P. (1990). Retroreflecterende verkeersborden en verkeersveiligheid. SWOV rapport in voorbereiding.
- Hughes, P.K. & Cole, B.L. (1984). Search and attention conspicuity of road traffic control devices. Australian Road Research Report 14, 1-9.
- Jenkins, S.E. (1982). Consideration of the effects of background on sign conspicuity. Australian Road Research Report 11, 182-205.
- Lozano, R.D. (1976). Measurement standards for retroreflective materials used on road signs. Lighting Research and Technology 8, 107-112.
- NEN 3011 (1977). Veiligheidskleuren en -tekens. Normblad Nederlands Normalisatie-Instituut, Den Haag.
- Woltman, H.L. & Szczech, T.J. (1990). Sign luminance as a methodology for matching driver needs, roadway variables, and signing materials. Transportation Research Record 1213, 21-26.

Soesterberg, 15 januari 1991

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'J' followed by a series of loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Drs.Ing. J. Theeuwes