

TNO-rapport**TNO 2015 R11704 | Eindrapport****Analyse en advisering achtergrondschilden****Earth, Life & Social Sciences**Kampweg 5
3769 DE Soesterberg
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T +31 88 866 15 00
F +31 34 635 39 77

Datum	28 december 2015
Auteur(s)	dr.ir. R.A. van Buuren; ing. J.W.A.M. Alferdinck
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	21 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving Chantal Merx en Arjan Schaareman
Projectnaam	RWS afwegingskader achtergrondschilden
Projectnummer	060.19513

Alle rechten voorbehouden.

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.

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

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2016 TNO

Samenvatting

Rijkswaterstaat (RWS) wil graag eenheid en harmonie aanbrengen in de intern gebruikte voorschriften en afspraken voor het toepassen van achtergrondschilden en witte bordranden op informatiedragers langs de weg. RWS heeft TNO gevraagd om vanuit haar expertise te komen met een analyse op basis van literatuur die als onderbouwing kan dienen voor het toepassen van achtergrondschilden en witte bordranden.

De vraagstelling van RWS was als volgt:

1. Welke onderzoeken zijn door TNO in het verleden gedaan naar de noodzaak en vormgeving van achtergrondschilden? Te denken valt aan: grootte, positionering op portaal, noodzaak/grootte witte bies, wel/niet retroreflectie, etc.
2. In hoeverre zijn de uitkomsten van deze onderzoeken nog relevant voor de huidige situatie (waarbij o.a. LED-signaalgevers worden gebruikt)? Wat is de verwachting van TNO voor de toekomst?
3. Welke kennis ontbreekt om vraag 2 te kunnen beantwoorden?

In TNO-rapport TNO 2015 R11577 is vraag 1 geïnventariseerd. In dit rapport bouwen we daarop voort om de vragen 2 en 3 te beantwoorden.

TNO inventariseerde de bij RWS gebruikte richtlijnen voor de relevante informatiedragers, zoals verkeerslichten, signaalgevers en borden. Er is over het geheel genomen goede overeenstemming tussen de RWS-richtlijnen en het geheel van wetenschappelijke- en TNO-onderzoeken.

De uitkomsten uit de geïnventariseerde (wetenschappelijke- en TNO-) onderzoeken zijn ook nu nog relevant. Achtergrondschilden hebben vanuit visueel-waarnemingsstandpunt een belangrijke functie die los staat van het type informatiedrager. TNO verwacht dat dit in de toekomst ook zo zal blijven. Wel is denkbaar dat in bepaalde gevallen een kleiner achtergrondschild (kleiner dan nu gebruikelijk) in combinatie met een felle lichtbron acceptabel kan zijn.

Summary

Rijkswaterstaat (RWS) wants to harmonize its internal specifications for background shields and white edges used on information carriers along the road. RWS has asked TNO to build up, from its expertise, an analysis of existing literature that will act as a motivation for using background shields and white edges.

RWS has asked the following from TNO:

1. What research has been carried out by TNO on the necessity and design of background shields? This includes size, location, dimensions of the white edge, retro-reflection, etc.
2. Are the outcomes of this research still relevant in the current situation (e.g. where LED lights are in use)? What does TNO expect for the future?
3. What knowledge is missing for an answer to question 2?

In TNO report TNO 2015 R11577 we have outlined the answer to question 1. In this report we will further explore that into an answer to questions 2 and 3.

TNO has outlined the specifications in use at RWS for the relevant information carriers like traffic lights, variable message signs and traffic signs. Generally, there is good correspondence between these specifications and the body of research (both from TNO and external to TNO).

From a visual-perception point of view, background shields are still very relevant and will remain so in the future. Their effect is independent of the sign that accompanies them. In certain situations, however, it might be possible to reduce the size of a background shield, and compensate for the visual losses by using a higher-intensity light source.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
	Summary	3
1	Inleiding	5
2	Analyse richtlijnen RWS	6
2.1	Verkeerslichten.....	6
2.2	Toeritdoseerinstallatie	7
2.3	Verkeerssignalering.....	7
2.4	Tunnelsignaalgevers	9
2.5	Kantelwalspanelen	10
2.6	Lokale filebeveiliging	11
2.7	Tijdelijke en mobiele signaleringssystemen	12
2.8	Verkeersborden.....	12
2.9	Hectometerpaaltjes.....	13
3	Discussie	15
3.1	Analyse	15
3.2	Advies	17
4	Geanalyseerde documenten RWS	19
5	Literatuur	20

1 Inleiding

Rijkswaterstaat (RWS) wil eenheid en harmonie aanbrengen in de intern gebruikte voorschriften en afspraken voor het toepassen van achtergrondschilden en witte bordranden op informatiedragers langs de weg. Op dit moment zijn er diverse voorschriften en afspraken, waarvan de herkomst en wetenschappelijke motivatie echter niet altijd duidelijk is. RWS heeft TNO gevraagd om vanuit haar expertise te komen met een analyse op basis van literatuur die als onderbouwing kan dienen voor het toepassen van achtergrondschilden en witte bordranden.

De vraagstelling van RWS was als volgt:

1. Welke onderzoeken zijn door TNO in het verleden gedaan naar de noodzaak en vormgeving van achtergrondschilden? Te denken valt aan: grootte, positionering op portaal, noodzaak/grootte witte bies, wel/niet retroreflectie, etc.
2. In hoeverre zijn de uitkomsten van deze onderzoeken nog relevant voor de huidige situatie (waarbij o.a. LED-signaalgevers worden gebruikt)? Wat is de verwachting van TNO voor de toekomst?
3. Welke kennis ontbreekt om vraag 2 te kunnen beantwoorden?

In TNO-rapport TNO 2015 R11577 is vraag 1 geïnventariseerd (van Buuren & Alferdinck, 2015).

In dit rapport bouwen we daarop voort om de vragen 2 en 3 te beantwoorden.

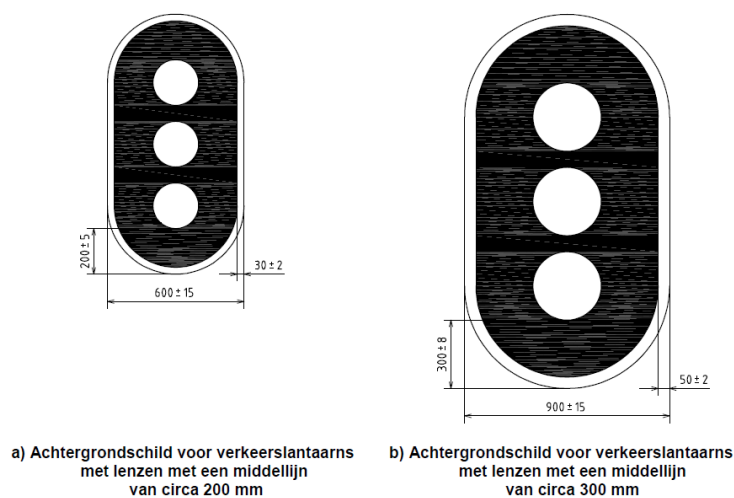
2 Analyse richtlijnen RWS

RWS hanteert een aantal intern opgestelde richtlijnen en daarnaast gelden algemene richtlijnen (bijv. vanuit NEN). Deze brengen we hier in kaart, voor elk van de categorieën die RWS voor deze studie naar achtergrondschilden heeft aangegeven.

2.1 Verkeerslichten

2.1.1 Richtlijnen

De huidige normen voor de verkeerslichten wat betreft de lichtsterkte en kleur zijn wettelijk vastgelegd in de "Regeling verkeerslichten" (Overheid, 2015) en moeten voldoen aan de Europese norm EN 12368 (CEN, 2006). Daarin zijn ook de eisen voor achtergrondschilden vastgelegd in vier klassen. De strengste klasse C4 met de grootste afmetingen komt overeen met de afmetingen zoals die in de aanvullende eisen voor Nederlandse verkeerslichten zijn opgenomen, de norm NEN 3322 (NNI, 2010), en dus in Nederland geldig zijn. De afmetingen van de achtergrondschilden zijn onveranderd overgenomen uit de oude norm uit 1972 (NNI, 1972). In Figuur 1 zijn deze eisen weergegeven voor twee maten van verkeerslichten.



Figuur 1 De eisen voor achtergrondschilden voor verkeerslichten.

Het achtergrondschild moet een witte biezen hebben van 30 mm en 50 mm voor verkeerslantaarns met een lenzen met de diameter van respectievelijk 200 mm en 300 mm.

2.1.2 Opmerkingen

- De eisen voor de grootte van de achtergrondschilden komen overeen met de aanbevelingen van Fischer & Cole (1974).
- De achtergrondschilden verminderen de maskerende verblinding en vergroten daardoor de zichtbaarheid van het verkeerslicht. Dat geldt in het bijzonder bij een heldere achtergrond, zoals een heldere hemel.

- Daarnaast vergroten de achtergrondschilden de opvallendheid van de verkeerlichtinstallatie, vooral als de achtergrond bestaat uit veel visuele structuren (*visual clutter*) zoals andere lichten of reclame-uitingen in de bebouwde kom. De witte bies vergroot deze opvallendheid en zorgt voor een goede zichtbaarheid en opvallendheid bij lichte en donkere achtergronden (Walraven & Blokland, 1982a, 1982b).

2.2 Toeritdoseerinstallatie

2.2.1 Richtlijnen

De specificaties van toeritdoseerinstallaties (zie Figuur 2) staan in het RWS-document “Deel 3 Afwijkende en aanvullende bepalingen” (RWS, 2008) dat een aanvulling is op de Eisen Verkeersregelinstallaties 1997.

- De eisen voor de intensiteit en kleur van de lichten zijn gelijk aan die van normale verkeerslichten.
- De kleur van het achtergrondschild is geel (Verkeersgeel, RAL 1023).



Figuur 2 Toeritdoseeringsinstallatie bij de Uithof in Utrecht (foto: Wikipedia).

2.2.2 Opmerkingen

- Door het gele achtergrondschild is de toeritdoseerinstallatie opvallend en onderscheidt deze zich van een gewone verkeersinstallatie. Hierdoor begrijpen weggebruikers sneller dat ze met een bijzonder verkeerslicht te maken hebben dat anders werkt dan een normaal verkeerslicht.
- Door het gele achtergrondschild zal de toeritdoseerinstallatie dus opvallender zijn, maar zal het signaallicht slechter zichtbaar zijn dan bij een zwart achtergrondschild. Dit geldt bij lichtomstandigheden overdag als de luminantie van het achtergrondschild in de buurt komt van de luminantie van de lenzen van de signaallichten (zie ook Fisher & Cole, 1974).

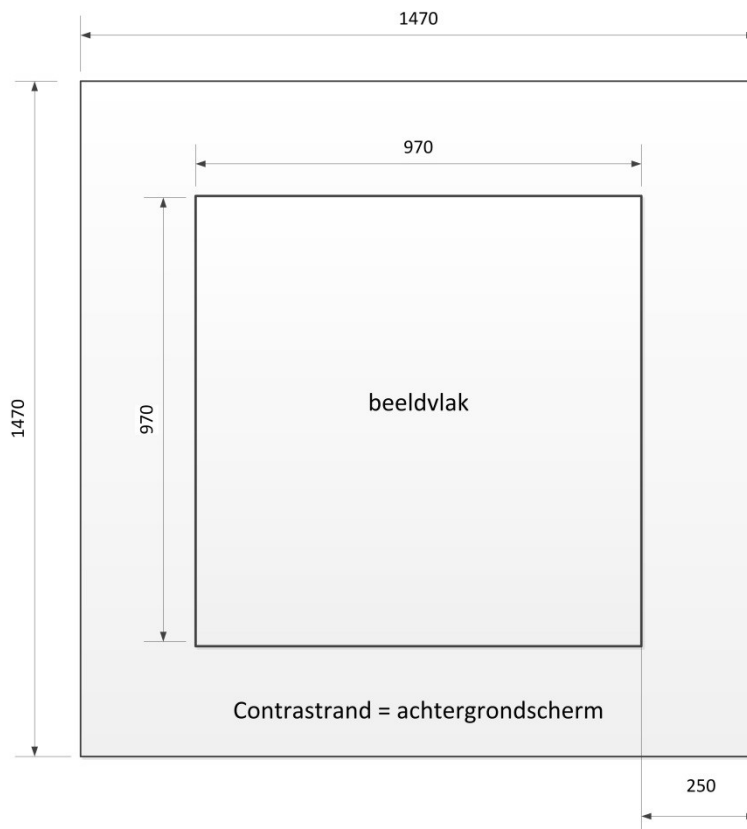
2.3 Verkeerssignalering

2.3.1 Richtlijnen

De verkeerssignaleringen of rijstrooklichten moeten volgens de “Regeling verkeerslichten” (Overheid, 2015) voorzien zijn van een achtergrondschild. In tunnels mogen de achtergrondschilden achterwege blijven. Aan de grootte van de

achtergrondschilden voor rijstrooklichten worden in deze regeling geen specifieke eisen gesteld. Deze worden wel door RWS vastgelegd in een “Functioneel Eisenpakket Signaalgevers” (RWS, 2013a).

Volgens dit eisenpakket moet een rijstrooksignaalgever een beeldvlak hebben met ten minste de afmetingen 970 mm x 970 mm. Daar rond omheen moet een gelijk gekleurde contrastrand zitten van minimaal 250 mm. De totale afmetingen van een rijstrooksignaalgever zijn dus minimaal 1470 mm x 1470 mm (Figuur 3). Bij een argumentatiebord voor de beelden van driehoekige waarschuwborden (J15 t/m J19, J31 t/m J33, J36, J37) mag de contrastrand iets smaller zijn, namelijk 150 mm. De maximale afmetingen van een signaalgeverbehuizing mogen niet meer zijn dan 1500 mm x 1500 mm.



Figuur 3 De grootte van het beeldvlak en de contrastrand (= achtergrondschild) van een signaalgever (RWS, 2013a). Maten in mm.

2.3.2 Opmerkingen

- In de RWS (2013a) specificatie (paragraaf 3.12.1) staat “In de rijstrooksignaalgever uitvoering bestaat het fysieke object uit een beeldvlak van minimaal 970 x 970 mm met een gelijk gekleurde contrastrand van minimaal 250 mm. De gelijk gekleurde zwarte contrastrand mag ook gevormd worden door een achtergrondschild”. Het is niet duidelijk of de contrastrand binnen of buiten het beeldvlak van 970 mm x 970 mm moet liggen. Wij hebben het geïnterpreteerd als een rand van 250 mm aan de buitenkant *ronde* het beeldvlak van 970 mm x 970 mm zodat de totale zichtbare afmetingen 1470 mm x 1470 mm zijn (zie Figuur 3). Verder hebben we verondersteld dat de contrastrand geen zware kast hoeft te zijn maar ook mag bestaan uit een dunne plaat, als het maar zwart is voor de weggebruiker.

- Verkeerssignalering komt solitair voor of geïntegreerd in een bewegwijzeringsbord (Figuur 4). Bij solitaire verkeerssignalering is de hemel vaak de achtergrond en zal de maskerende verblinding een grote rol spelen. In dat geval is een achtergrondschild dus gewenst. Als de verkeerssignalering is geïntegreerd in een bewegwijzeringsbord dan zal er minder maskerende verblinding optreden omdat de afstand tussen de opschriften en het directe zicht op de heldere hemel gemiddeld veel groter is.
- In de RWS Componentspecificatie Verkeerskundige Draagconstructies (RWS, 2012c) is een eis opgenomen dat de randen van het achtergrondschild boven en onder de ligger van het portaal moeten uitsteken. Het vermoeden is dat dit tot doel heeft de ligger te “verbloemen”. Wij hebben hiervoor echter geen wetenschappelijke onderbouwing gevonden.



Figuur 4 Verkeerssignalering in 2 uitvoeringen: solitair met achtergrondschild en witte ligger (boven) en onder bewegwijzering (onder). Foto's: RWS.

2.4 Tunnelsignaalgevers

2.4.1 Richtlijnen

Voor verkeerssignalering in tunnels (Figuur 5) is geen achtergrondschild vereist volgens de Regeling verkeerslichten. In de RWS specificaties worden voor tunnelsignaalgevers drie maten aangehouden met hoogtes van 150 mm, 300 mm en 500 mm (RWS, 2013b). De contrastranden tussen de buitenste beeldpunten en de buitenste randen van de totale behuizing mogen niet groter zijn dan 15 mm. De beelden op de tunnelsignaalgevers komen dus tot vlak aan de rand van de voorkant.



Figuur 5 Tunnelsignaalgever (foto: RWS).

2.4.2 Opmerkingen

Voor tunnelsignaalgevers heeft TNO in 2012 (TNO-rapport 2012-R10882) al geadviseerd om ook daarbij achtergrondschilden toe te passen, als er zich lichtpunten in de achtergrond bevinden die binnen het blikveld vallen.

2.5 Kantelwalspanelen

2.5.1 Richtlijnen

Kantelwalspanelen kunnen (minimaal 2) verschillende aanduidingen weergegeven. De opschriften bestaan meestal uit verkeersborden die afhankelijk van de situatie tijdelijk getoond worden (Figuur 6). Voor kantelwalspanelen heeft RWS de specificaties vastgelegd (RWS 2013c). Er wordt in deze specificaties geen achtergrondschild of witte bies voorgeschreven.



Figuur 6 Kantelwalspanelen in opslag (links) en langs de weg (rechts). Foto's: RWS.

2.5.2 Opmerkingen

- Omdat de borden vaak op hoge palen staan zijn ze zichtbaar tegen heldere hemel en is er kans op maskerende verblinding. Daarom helpt een donkere omgeving van het bord om deze verblinding tegen te gaan.
- De donkere achtergrond van het bord helpt ook om het gehele bord opvallender te maken. Daarbij helpt ook de lichte rand, als de (hemel)achtergrond donker is of veel visuele structuren bevat. De rand zou naar ons idee wel smaller kunnen indien daaraan behoefte is.

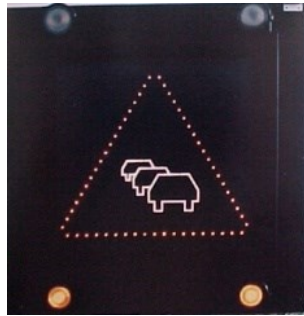
2.6 Lokale filebeveiliging



Figuur 7 Lokale filebeveiliging op de A28 bij Nulde (boven) en de A50 (onder). Foto's: RWS.

2.6.1 Richtlijnen

- Specificaties: RWS (2015). Voor de uitvoering van het beeldvlak wordt hierin doorverwezen naar andere RWS-specificaties.
- Er moet een filewaarschuwing (RVV 1990 bord J33) worden getoond met een rechthoekig achtergrondschild met vier knipperlichten zoals getoond in Figuur 8 conform de eisen van Wegkantsysteem voor Signaleren en Monitoren, Beeldenbibliotheek (RWS, 2012b).
- Het fileteken dient duidelijk herkenbaar te zijn op afstanden tussen 35 en 200 meter volgens de eerdere versie van de specificaties (RWS, 2013d).
- De afmetingen van de signaalgever en het achtergrondschild moeten overeenkomen met die van een normale signaalgever (RWS, 2013a) zoals besproken in paragraaf 2.3.



Figuur 8 Filewaarschuwing. Foto: RWS (2013d).

2.6.2 Opmerkingen

- Aangezien de filewaarschuwing net als verkeerssignalering in dezelfde omstandigheden duidelijk herkenbaar moet zijn, worden dezelfde eisen gesteld aan de grootte van het fileteken en het achtergrondschild als bij de argumentatieborden (RWS, 2013a).

2.7 Tijdelijke en mobiele signaleringssystemen

2.7.1 Richtlijnen

- Specificaties: RWS (2012a)
- Geen eisen voor witte bies en achtergrondschild.



Figuur 9 Mobiel signaleringssysteem. Foto: RWS.

2.7.2 Opmerkingen

Uit oogpunt van visuele waarneming zou een achtergrondschild toegepast kunnen worden. Het gaat om dezelfde waarnemingscondities als bij normale verkeerssignalering, namelijk dat de signalen gezien worden tegen een heldere hemel.

2.8 Verkeersborden

2.8.1 Richtlijnen

Om een verkeersbord meer opvallend te maken worden ze vaak voorzien van een zwarte achtergrond met een witte bies (Figuur 10). Soms is de achtergrond uitgevoerd in een andere kleur, bijvoorbeeld fluorescerend geel, wanneer er sprake is van een veiligheidsrisico als het bord door de weggebruiker over het hoofd wordt gezien. De voorgeschreven afmetingen van de borden zijn afhankelijk van de soort

weg waarop ze worden toegepast. De officiële bron voor de afmetingen is te vinden bij het CROW (2015a).



Figuur 10 Verkeersbord met achtergrondschild en een witte bias. Foto: RWS.

2.8.2 *Opmerkingen*

- De witte bias rond de rode rand zal het bord beter zichtbaar en herkenbaar maken voor kleurenblinden.
- Het achtergrondschild met witte bias is voornamelijk bedoeld om het gehele bord opvallend te maken, onafhankelijk van de achtergrond waartegen het bord wordt waargenomen. Het tegengaan van maskerende verblinding speelt hier minder een rol, vanwege de vaak lagere positie van verkeersborden ten opzichte van bijvoorbeeld matrixsignaalgevers.
- Het achtergrondschild moet zorgen voor een voldoende brede, donkere rand rond het feitelijke verkeersbord. In theorie kan het achtergrondschild bij een rond verkeersbord dus ook rond zijn in plaats van vierkant zoals in Figuur 10. Echter, als bij alle bordvormen het achtergrondschild qua vorm zou aansluiten bij het bord, komt de herkenbaarheid van het geheel misschien in het gedrang. Vooralsnog adviseert TNO om achtergrondschilden zoveel mogelijk rechthoekig te houden.

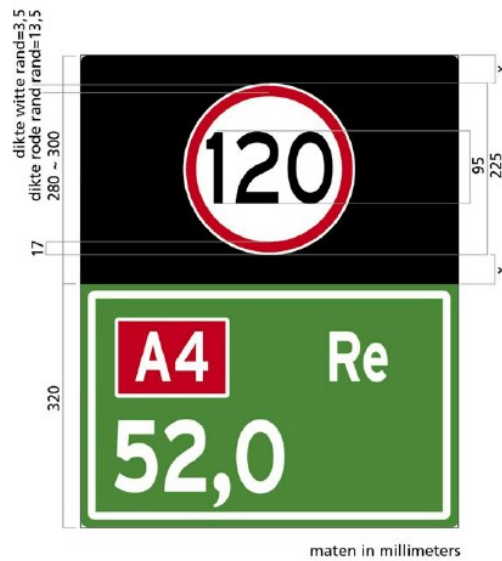
2.9 Hectometerpaaltjes

2.9.1 *Richtlijnen*

In de oude RWS specificaties voor hectometerbordjes (Figuur 11) wordt geen witte bias geëist (RWS, 2001). TNO heeft in een onderzoek een aantal alternatieve uitvoeringen onderzocht, waaronder een witte bias rond de rode rand (Alferdinck et al., 2013). Er is geen effect gemeten van de witte bias op de leesbaarheid. Wel werd de witte bias aanbevolen om de kleurenblinden te helpen. Er zijn geen varianten gemeten met een witte bias om het gehele bord. In de huidige specificaties (CROW, 2015b) zijn de borden wel voorzien van een witte bias (Figuur 12).



Figuur 11 Hectometerbord (oude uitvoering zonder witte bies rond rode rand; RWS, 2001).



Figuur 12 Hectometerbord (huidige uitvoering met witte bies rond rode rand; CROW, 2015b).

2.9.2 Opmerkingen

- Maskerende verblinding speelt nauwelijks een rol omdat de bordjes laag in de berm staan en geen heldere hemel als achtergrond hebben. Om die reden is een achtergrondschild niet nodig.
- De opvallendheid van het bord wordt wel groter door een grotere zwarte achtergrond. Een witte bies rond het bovenste deel van het bord maakt het iets opvallender maar kan ook het geheel te druk maken waardoor het de leesbaarheid negatief kan beïnvloeden. Kleurenblinden hebben wel een voordeel van de witte bies rond de rode bordrand.

3 Discussie

In de inleiding stelden we al wat de vragen van RWS zijn:

1. Welke onderzoeken zijn door TNO in het verleden gedaan naar de noodzaak en vormgeving van achtergrondschilden? Te denken valt aan: grootte, positionering op portaal, noodzaak/grootte witte bies, wel/niet retroreflectie, etc.
2. In hoeverre zijn de uitkomsten van deze onderzoeken nog relevant voor de huidige situatie (waarbij o.a. LED-signaalgevers worden gebruikt)? Wat is de verwachting van TNO voor de toekomst?
3. Welke kennis ontbreekt om vraag 2 te kunnen beantwoorden?

Het antwoord op vraag 1 is gegeven in het eerste rapport (van Buuren & Alferdinck, 2015). De antwoorden op de vragen 2 en 3 worden hierna behandeld.

3.1 Analyse

Bij het analyseren van de toepassingen van achtergrondschilden hebben we de volgende vragen:

- Worden de achtergrondschilden uniform toegepast in de Nederlandse richtlijnen?
- Zijn er omstandigheden waarbij ze juist niet of anders toegepast moeten worden?
- Hoe moeten richtlijnen worden verbeterd?

3.1.1 *Achtergrondschilden*

Achtergrondschilden worden toegepast om de opschriften op informatiedragers op de weg beter zichtbaar te maken. Ze zorgen er voor dat de maskerende verblinding binnen de perken gehouden wordt door de visuele hoek tussen het waar te nemen opschrift of signaal en de verblindingsbron (heldere hemel) zo groot mogelijk te maken. Om inzicht te krijgen in de waarde van deze hoek bij de verschillende informatiedragers, is in Tabel 1 een overzicht gegeven van de publicaties waarbij een achtergrondschild wordt gebruikt en afmetingen worden aanbevolen of voorgeschreven. Voor alle soorten verkeerslichten en –signaleringen is uitgerekend hoe groot de hoek is tussen de rand van het beeld en de rand van het schild. Deze hoek zou zo groot mogelijk moeten zijn om de maskerende verblinding zo klein mogelijk te laten zijn.

Tabel 1 Overzicht van de publicaties met het soort bord of signaallicht en de afmetingen van het achtergrondschild. B = grootte (lengte, breedte, diameter) van het beeld of signaallicht, W = wetenschappelijk onderzoek, N = norm of RWS-specificatie.

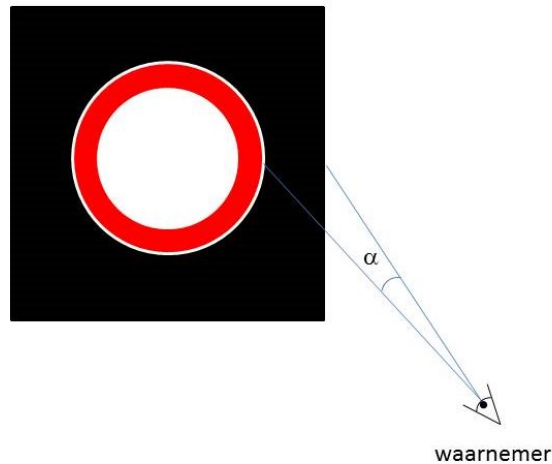
Onderwerp (referentie)	W/N	Afstand (m)	Beeldgrootte B (m)	Rand R (m)	Visuele hoek rand (graden)
Verkeerslichten (Fisher & Cole, 1974)	W	100	0,2	0,2	0,11
Matrix lichtbak (Lotens, 1977)	W	200	0,45	0,495	0,14
Universele signaalgever (Alferdinck, 2001)	W	200	0,5	0,5	0,14
Verkeerslichten (NNI, 1973, 2010)	N	75	0,2	0,2	0,15
		125	0,3	0,3	0,14
Verkeerssignalering (RWS, 2013a)	N	200	1,1) ¹	0,15	0,04
		200	0,97) ²	0,25	0,07
		200	0,26) ³	0,605) ⁴	0,17

)¹ Maximale beeldgrootte (breedte driehoek argumentatiebord)

)² Rijstrooksignaalgever

)³ Minimale beeldgrootte (hoogte "100" zonder rode rand)

)⁴ Uitgaande van een achtergrondschild van 1,47 m x 1,47 m.



Figuur 13 Schematische weergave van visuele hoek α tussen het waart nemen bord en de rand van het achtergrondschild zoals die wordt waargenomen door een weggebruiker.

Het blijkt dat de wetenschappelijke publicaties een hoek tussen beeld (bijv. verkeersbord) en rand van het achtergrondschild aanbevelen van 0,11 tot 0,15 graden (zie Figuur 13). Aan deze voorwaarde wordt goed voldaan bij de normen voor verkeerslichten. Bij de verkeerssignaleringen varieert deze hoek afhankelijk van de grootte van het beeld en de aanwezigheid van een achtergrondschild tussen 0,04 en 0,17 graden. Zo zijn de punten van de rode driehoek slechts 0,04 graden verwijderd van de rand van het achtergrondschild, uitgaande van een toegestane contrastrand van 0,15 m. De grootste hoek van 0,17 graden treedt op bij het opschrift "100" in combinatie met een achtergrondschild.

TNO adviseert om de visuele hoek die het achtergrondschild voor verkeerssignaleringen inneemt, in harmonie te brengen met die voor matrix lichtbakken (0,14 graden). De waarde van 0,04 is te laag, dit brengt het risico van onleesbare informatie met zich mee.

3.1.2 *Retroreflecterende bias*

De witte bias rond verkeerssignalering komt soms voor in retroreflecterende uitvoering. Dit staat niet in de wettelijke voorschriften of in de specificaties van RWS. Overdag is er vanuit het standpunt van visuele perceptie (m.n. opvallendheid) ook geen reden voor retroreflectie.

De retroreflecterende eigenschappen zullen alleen in nachtelijke omstandigheden zichtbaar zijn in het licht van de autokoplampen. Mogelijk kan dit als positief worden uitgelegd, als zou blijken dat de witte bias de weggebruikers helpt om zich te oriënteren op de weg als de signalering uit staat en de retroreflecterende bias de locatie aangeeft van de rijstroken. Dit is echter niet wetenschappelijk aangetoond.

3.2 **Advies**

3.2.1 *Achtergrondschild*

Het achtergrondschild is vanuit visueel-waarnemingsstandpunt nog steeds zeer relevant. Door toepassing van het achtergrondschild wordt op passieve wijze gezorgd voor voldoende contrast met de achtergrond en voor een goede opvallendheid ten opzichte van die achtergrond. Dit staat in essentie los van het type signaalgever dat wordt toegepast, nu en in de toekomst. Daarom wordt ook geadviseerd om de achtergrondschilden consequent toe te passen bij signaalgevers, ook als het tijdelijke signalering betreft.

In tunnels is over het algemeen minder ruimte en daarom worden vaak kleinere signaalgevers toegepast zonder achtergrondschild. Wij adviseren afhankelijk van de situatie toch enige vorm van achtergrondschild (desnoods alleen links en rechts van de signaalgever) toe te passen om het beeld op de signaalgevers visueel te isoleren van een omgeving met bijvoorbeeld de storende lichten van tunnelverlichting.

Moderne signaalgevers kunnen veel hogere luminanties genereren dan mogelijk was met de signaalgevers uit de jaren 70 van de vorige eeuw, toen TNO de eerste onderzoeken uitvoerde aan achtergrondschilden. Zo is het nu denkbaar dat een kleiner achtergrondschild, dat een lager contrast met de achtergrond oplevert, wordt gecombineerd met een signaalgever met hogere luminantie om dit contrast te herstellen.

Dit is echter niet zo eenvoudig als het misschien lijkt:

- Het wordt nog belangrijker om de signaalgever ook te dimmen als de hogere luminantie niet langer noodzakelijk is (afhankelijk van onder andere de helderheid van de achtergrond en de lichtreflectie op de signaalgever).
- Voor matrix-signaalgevers kan de luminantie niet al te ver worden opgevoerd omdat dan het getoonde beeld (bijvoorbeeld "70") zichzelf overstraalt en de leesbaarheid onacceptabel daalt.
- Het variëren van de afmetingen van het achtergrondschild en de maximale luminantie van de signaalgever, in afhankelijkheid van o.a. de te verwachten maximale achtergrondluminantie, leidt tot minder uniformiteit in de verschijningsvorm van het geheel van signaalgever en achtergrondschild. Dit

- kan tot verwarring leiden en uiteindelijk zelfs een negatief effect hebben op de verkeersveiligheid.
- Ook de beeldinhoud die de signaalgever toont heeft invloed: kleine symbolen en/of een grotere beeldcomplexiteit vragen om een relatief groter achtergrondschild.

Een nieuwe, optimale trade-off tussen de afmetingen van het achtergrondschild en de vereiste luminantie van de signaalgever is waarschijnlijk vast te stellen aan de hand van de bestaande literatuur of door het experimenteel te onderzoeken. Dit valt echter buiten de scope van dit rapport.

Een van de manieren om de genoemde trade-off experimenteel te onderzoeken is door een waarnemer de luminantie van een signaalgever te laten instellen onder verschillende condities van achtergrondluminantie en afmetingen (van het achtergrondschild). Een soortgelijke onderzoeksmethode is gebruikt bij het bepalen van de optimale lichtsterkte van matrixborden en verkeerslichten (Alferdinck, 1986; Alferdinck et al., 2009). Hierbij was het achtergrondschild overigens geen onderwerp van onderzoek.

3.2.2 *Witte bias*

Uit de literatuur blijkt dat de witte bias langs een achtergrondschild de opvallendheid van de desbetreffende informatiedrager kan vergroten in situaties waarbij de achtergrond veel visuele clutter bevat of de achtergrond donker is. De witte bias rond de rode rand van verkeersborden helpt de zogenaamde protanope kleurenblinden (die rood als vrijwel zwart waarnemen) met het herkennen van de borden.

De breedte van de witte bias zoals nu gebruikelijk lijkt goed gekozen. Er is ons geen wetenschappelijk onderzoek bekend waarin de optimale breedte wordt bepaald. Ons advies is dus om de witte bias te blijven toepassen op de manier waarop deze nu wordt toegepast.

4 Geanalyseerde documenten van RWS

- RWS (2001). *Richtlijnen voor de uitvoering en plaatsing van hectometerborden- Op het rijkswegennet, al dan niet in combinatie met een 100km aanduiding.* (februari 2001). Rotterdam: Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- RWS (2008). *Deel 3: Afwijkende en aanvullende bepalingen - Standaard aanvullende eisen voor een toeritdoseerinstallatie van de 3e generatie* (29 januari 2008). Rijkswaterstaat - Dienst Verkeer en Scheepvaart.
- RWS (2009). *Wegkantsysteem voor signaleren en monitoren - Functioneel Eisenpakket Signaalgever* (14 september 2009, versie 1.5, Definitief). Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart. *Inmiddels vervangen door RWS (2013a).*
- RWS (2012a). *Functionele productspecificatie - Tijdelijke en Mobiele Signaleringsystemen* (Versie 1.0 revisie 2, definitief, 30 november 2012). Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart, Afdeling Verkeerssystemen.
- RWS (2012b). *Wegkantsysteem voor Signaleren en Monitoren, Beeldenbibliotheek (Interface ontwerp)* (versie 2.6, 7 november 2012), Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.
- RWS (2012c). *Componentspecificatie Verkeerskundige Draagconstructies (VDC)* (versie 3.0, definitief, 1 maart 2012). Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur.
- RWS (2013a). *Functioneel eisenpakket signaalgevers* (1 februari 2013, versie 2.0, Definitief). Ministerie van Infrastructuur en Milieu, RWS-DVS.
- RWS (2013b). *Wegkantsysteem voor signaleren en monitoren - Functioneel Eisenpakket Tunnelsignaalgever* (1 februari 2013, versie 2.0, Definitief). Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart.
- RWS (2013c). *Wegkantsysteem voor Signaleren en Monitoren - Specificatie Rotatiepanelen en andere MUS-aangestuurde borden* (1 februari 2013, versie 2.0 Definitief). Rijkswaterstaat - Dienst Verkeer en Scheepvaart.
- RWS (2013d). *Functionele specificatie, Lokale filebeveiliging* (4 september 2013, versie 2.0). Rijkswaterstaat - Verkeer en Watermanagement, Afdeling Functioneel Beheer Verkeerssystemen.
- RWS (2015). *Lokale filebeveiliging - Systeemspecificatie (SSS)* (14 april 2015, Versie 2.1, Definitief). Rijkswaterstaat - Verkeer en Watermanagement, Afdeling Functioneel Beheer Verkeerssystemen.

5 Literatuur

- Alferdinck, J.W.A.M. (1986). *Lichtpuntafstand en lichtsterkeregelung van matrix-signaalgevers* (TNO-rapport IZF-1986-C14). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Alferdinck, J.A. (1992). *Lichttechnische eisen voor zelflichtende verkeers-signalering; een literatuurstudie toegepast op een mistwaarschuwingbord*. TNO rapport: IZF 1992 C-6. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Alferdinck, J.A. (2001). *Specificaties van een universele signaalgever*. TNO rapport: TM-01-C045. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Alferdinck, J.A. (2002). *Luminantieverhoudingen voor signaalgevers*. TNO rapport: TM-02-C061. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Alferdinck, J.W.A.M. & van der Leden, N. (2009). *Optimale lichtsterkten van verkeerslichten voor dag en nacht*. TNO-rapport TNO-DV 2009 C486. Soesterberg: TNO Defensie en Veiligheid.
- Alferdinck, J.W.A.M., Kroon, E.C.M., Hogervorst, M.A., & van der Horst, A.R.A. (2013). *Beoordeling snelheidsaanduidingen hectometerbordjes* (TNO-rapport: TNO 2013 R12006). Soesterberg: TNO Behavioural and Societal Sciences.
- Buuren, R.A. van, Alferdinck, J.W.A.M. (2015). *Inventarisatie achtergrondschilden* (TNO-rapport: TNO 2015 R11577). Soesterberg: TNO Behavioural and Societal Sciences.
- De Boer, J.B., Burghout, F., van Dorp, J.C., van der Hoff, J., van der Kolk, J., Moerman, J.J.B., Rutgers, G.A.W., Schreuder, D.A., Standaar, A.W., & Walraven, P. (1973). *Verkeerslichten - Toelichting op de norm NEN 3322, uitgave december 1972*. Elektrotechniek, 51, (12), 611-633.
- CEN (2006). *Traffic control equipment – Signal heads* (European Standard EN 12368, April 2006). Brussels: European Committee for Standardisation (CEN).
- CIE (1988). *Roadsigns* (Publication CIE Nr. 74). Vienna: International Commission on Illumination CIE.
- CIE (2002). *CIE equations for disability glare* (CIE Publication 146, TC 1-50 report, part of CIE Collection on glare, 2002). Vienna: International Commission on Illumination CIE.
- Cole, B.L. & Brown, B. (1966). *Optimum intensity of red road-traffic signal lights for normal and protanopic observers*. Journal of the Optical Society of America, 56, (April), 516-522.
- CROW (2015a). *Kennismodule verkeerstekens* (www.crow.nl).
- CROW (2015b). *Specificaties hectometerbordjes* (publicatie 207), Ede: CROW.
- Fisher, A.J. & Cole, B.L. (1974). *The photometric requirements of vehicular traffic signal lanterns*. In: Proceedings of 7th Australian Road Research Board Conference (pp. 246-265).
- Goede, M. de, Rypkema, J. A., Alferdinck, J.W.A.M., en Horst, A.R.A. van der (2012). *Human Factors beoordeling ontwerp Verdiepte Ligging Zuidelijke Ringweg Groningen*. TNO Rapport: TNO-2012-R10882. TNO Mobiliteit, Soesterberg.
- Jainski, P. & Schmidt-Clausen, H.J. (1967). *Über den Einfluss der Schwellenleuchtdichten auf das Erkennen farbiger Signallichter*. Lichttechnik, 19, (1).
- Lotens, W.A. (1975). *Beoordeling van een ontwerp voor een rood kruis volgens de norm NEN 3322 in twee typen matrix lichtbakken*. TNO rapport: IZF 1975-C3. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.

- Lotens, W.A. (1977). *Achtergrondschilden voor matrix lichtbakken*. TNO rapport: IZF 1977-C6. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Martens, M.H., Meijer, L., en Horst, A.R.A. van der (2000). *Ontwerp AKI-boom als functie van boomlengte en wegbreedte: De workshop*. TNO memo: TNO-TM 2000-M041. TNO Technische Menskunde, Soesterberg
- NNI (1972). *Verkeersregelinstallaties voor wegverkeer - Lichttechnische eisen en keuringsmethoden* (Nederlandse norm NEN 3322, 2e druk, december 1972). Rijswijk (ZH): Nederlands Normalisatie-instituut.
- NNI (1973). *Verkeerslichten - Toelichting op de norm NEN 3322* (Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR 3323, 1e druk, december 1973). Rijswijk (ZH): Nederlands Normalisatie-instituut.
- NNI (2010). Nederlandse norm NEN 3322 (nl) *Verkeersregelinstallaties – Verkeerslantaarns – Aanvullende eisen*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.
- Norren, D. van (1981). *Informatiedragers langs de weg: een overzicht van zichtbaarheidsproblemen* (Rapport IZF 1981 C-25). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Overheid (2015). *Regeling verkeerslichten* (<http://wetten.overheid.nl>).
- RWS (2007a). *Functioneel eisenpakket: Dynamische Verkeersmanagement Systemen. Onderdeel: Matrixsignaalgevers* (Versie 1.4, 28 februari 2007). Rotterdam: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RWS-AVV.
- RWS (2007b). *Functioneel eisenpakket: Dynamische Verkeersmanagement Systemen. Onderdeel: Tunnelsignaalgevers* (Versie 1.4, 28 februari 2007). Rotterdam: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RWS-AVV.
- Toet, A., en Varkevisser, J. (2001). *De visuele opvallendheid van knipperlichten op overweginstallaties*. TNO rapport: TM-01-C013. TNO Technische Menskunde, Soesterberg.
- Varkevisser, J. (1977). *Het tram/bus licht "negenoo" een poging tot ordening* (TNO-rapport IZF 1977 C-19). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Walraven, J. en Blokland, N.H. (1982a). *Evaluatie van de opvallendheid van borden voor stadsbewegwijzering*. TNO rapport: IZF 1982 C-2. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Walraven, J. en Blokland, N.H. (1982b). *De bijdrage van achtergrondschilden en zwart-wit geblokte masten tot de opvallendheid van verkeerslicht-installaties*. TNO rapport: IZF 1982 C-22. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.