

# **Toetsingskader en voorstellen voor de aanpassing van de achterlichtconfiguratie van personenauto's**

Ing. C.C. Schoon & drs. R. Roszbach

R-2000-27



# **Toetsingskader en voorstellen voor de aanpassing van de achterlichtconfiguratie van personenauto's**

R-2000-27

Ing. C. Schoon & drs. R. Roszbach

Leidschendam, 2001

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2000-27
Titel:	Toetsingskader en voorstellen voor de aanpassing van de achterlichtconfiguratie van personenauto's
Auteur(s):	Ing. C.C. Schoon & drs. R. Roszbach
Onderzoeksmanager:	Dr. M.P. Hagenzieker
Projectnummer SWOV:	57.416
Projectcode opdrachtgever:	PRDVT 98.602
Opdrachtgever:	Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer
Trefwoord(en):	Rear-end collision, accident rate, side light, light intensity, brake light, ageing, fog lamp, rear, signal, warning, specifications, evaluation (assessment).
Projectinhoud:	In dit onderzoek is de omvang van het probleem van achteraanrijdingen in kaart gebracht. Daarnaast is een toetsingskader opgesteld voor nieuwe voorzieningen ter verbetering van de achterlichtconfiguratie. Met het toetsingskader kunnen vindingen op hun noodzaak, functioneren en optische kenmerken worden getoetst. In dit rapport zijn tevens recente aanpassingen van de achterlichtconfiguratie beoordeeld en aanbevelingen voor verbetering opgenomen.
Aantal pagina's:	46 + 1 blz.
Prijs:	f 22,50
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2001

## Samenvatting

Regelmatig wordt de Nederlandse overheid door uitvinders benaderd met vindingen die achteraanrijdingen zouden helpen voorkomen. Door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat (AVV) is aan de SWOV gevraagd een toetsingskader op te stellen aan de hand waarvan vindingen kunnen worden beoordeeld. Tevens is gevraagd de omvang van het probleem van achteraanrijdingen in kaart te brengen.

Gebleken is dat de laatste tien jaar het aantal geregistreerde letselongevallen ten gevolge van achteraanrijdingen is verdubbeld. Het vermoeden bestaat dat deze toename voor een deel te maken heeft met een toename van de registratie van dit type ongeval vanwege (de angst voor) whiplash. Dit is nog een punt van onderzoek.

Met een ongevalanalyse is vastgesteld dat kop-staartongevallen vooral overdag plaatsvinden met een min of meer gelijke verdeling van ongevallen binnen en buiten de bebouwde kom. Op autosnelwegen vinden relatief gezien de meeste kop-staartongevallen plaats. De meeste ongevallen (62%) vinden plaats, doordat er achterop personenauto's wordt ingereden die remden en/of stopten. In zo'n 20% van de kop-staartongevallen wordt op stilstaande personenauto's (file, verkeerslichten) ingereden.

In dit rapport is een toetsingskader opgesteld aan de hand van een theoretische beschouwing en een beoordeling van diverse recente voorzieningen ter verbetering van de achterlichtconfiguratie. Van deze voorzieningen kunnen worden genoemd: lichtsterkteregelingen, mistachterlichten, remvertraging afhankelijke signalering, vroegtijdige remsignalering, signalering bij stilstand onder kritieke omstandigheden, oplossingen om veroudering van lampen tegen te gaan.

Met het door de SWOV opgestelde toetsingskader kunnen vindingen op hun noodzaak, functioneren en optische kenmerken worden getoetst.

Geconcludeerd is dat aanpassingen aan de achterlichtconfiguratie in de laatste decennia inhielden dat een component werd toegevoegd (derde remlicht, mistachterlicht). Hierbij werden bestaande functies versterkt, zodat tot een geleidelijke invoering kon worden overgegaan (alleen nieuwe auto's). Aangezien een wijziging vaak consequenties heeft voor de gehele achterlichtconfiguratie, is vastgesteld dat 'Europa' hiermee terecht behoudend omgaat. Op het moment dat er goede argumenten zijn een nieuwe functie of component in te voeren waarvoor retrofit noodzakelijk is - dat wil zeggen invoering voor het gehele wagenpark - kan worden overwogen de gehele achterlichtconfiguratie grondig te herzien. Zaken als integratie, standaardisatie en adaptieve regelingen komen dan in zicht.

In het rapport zijn aanbevelingen opgenomen voor verdere aanpassing van de achterlichtconfiguratie. Ook deze aanpassingen zijn gericht op de versterking van huidige functies, zodat geen retrofit nodig is. Het betreffen:

- de verplichtstelling van twee mistachterlichten;
- de invoering van een lichtsterkteregeling;
- het in werking laten treden van de alarmlichten bij een noodstop;
- het in werking blijven van de alarmlichten na stilstand bij een noodstop.

# Summary

## **Test framework and proposals for the adjustment of the car rear light configuration**

The Dutch government is regularly approached by inventors with their solution for helping the prevention of rear-end collisions. The Traffic Research Centre asked SWOV to draw up a test framework for judging inventions. They requested simultaneously a quantification of the problem of rear-end collisions.

It appears that, during the last ten years, the number of registered injury accidents as a result of rear-end collisions has doubled. It is thought that this increase is partly the result of an increase in the registration of this type of accident because of the (fear of) whiplash. Whether this assumption is correct will have to be examined more closely.

An accident analysis established that rear-end accidents mostly occur by day. They are more or less equally distributed over urban and rural roads. Relatively speaking, the majority occur on motorways. The majority (62%) occur when a car that was braking and/or stopping was hit from behind. About 20% involve a stationary car; in a tailback or at traffic lights.

This report draws up a test framework based on a theoretical approach and a judgement of various recent provisions for improving the rear light configuration. These provisions include: regulation of light intensity, rear fog lights, braking-dependant lights, early-warning brake lights, lights activated by emergency stopping, and solutions reducing the wearing out of lamps. The test framework drawn up by SWOV makes it possible to judge inventions on their necessity, functioning, and optical features.

Adjustments to the rear light configuration during the last decennia involved addition of a component (third brake light, rear fog light). In this, existing functions were improved so that a gradual introduction could be applied (only new cars). As an adjustment often has consequences for the whole rear light configuration, it is concluded that 'Europe' was justly reserved. Once good arguments for introducing a new function or component (necessitating ) are presented, the complete renewal of the rear light configuration can be considered. Matters such as integration, standardization, and adaptive regulation then become relevant.

In the report, recommendations are made for further adjustments to the rear light configuration. These adjustments are also aimed at improving the present functions, so that retrofit is unnecessary. These are:

- making two rear fog lights mandatory;
- voluntary regulation of light intensity;
- voluntary alarm lights for emergency stops;
- voluntary alarm lights after an emergency stop.

# Inhoud

<b>Lijst van afkortingen</b>	7
<b>1. Inleiding</b>	9
<b>2. Huidige problematiek</b>	11
<b>3. Ontwikkelingen en ongevalskenmerken van achteraanrijdingen</b>	13
3.1. Ontwikkeling achteraanrijdingen personenauto's over de jaren 1987 - 1999	13
3.2. Ongevallen ten gevolge van achteraanrijdingen verdeeld naar wegtype	14
3.2.1. Ontwikkeling jaren 1987 - 1997	14
3.2.2. Kop-staartbotsingen verdeeld naar tijdstip	15
3.3. Aanrijdingen op stilstaande en rijdende voorliggers	16
3.4. Samenvatting ongevallencijfers	18
<b>4. Theoretische beschouwing</b>	20
4.1. Rijtaak- en functieanalyse	20
4.2. Het visuele veld	20
4.3. Signalering	21
4.4. Standaardisatie	21
4.5. Nadere overwegingen	22
<b>5. Implementatie-aspecten en -problemen</b>	24
5.1. Blokkade door wettelijke voorschriften	24
5.2. Consequenties van wijzigingen	24
5.3. Relatie met andere voertuigcategorieën	25
<b>6. Probleemstellingen en ontwikkelingen in componenten van de achterverlichting</b>	26
6.1. Lichtsterkteregeling	26
6.1.1. Probleemstelling	26
6.1.2. Ontwikkelingen en/of vindingen	26
6.2. Mistachterlichten	27
6.3. Adequate signaleringen bij (krachtig) remmen	28
6.3.1. Probleemstelling	28
6.3.2. Het derde remlicht	29
6.3.3. Remvertraging afhankelijke signalering	30
6.3.4. Vroegtijdige en snellere signalering	31
6.3.5. Remsignalering van de voor-voorligger(s)	32
6.3.6. Signalering van stilstand op de rijbaan na remmen	32
6.4. Adequate signalering bij stilstand onder kritieke omstandigheden	33
6.4.1. Probleemstelling	33
6.4.2. Ontwikkelingen en/of vindingen	33
6.5. Veroudering en vervuiling van lampen	34
6.5.1. Probleemstelling	34
6.5.2. Ontwikkelingen en/of vindingen	34

<b>7.</b>	<b>Discussie</b>	36
7.1.	Relatie achterlichtconfiguratie en reductie van het aantal achteraanrijdingen	36
7.2.	Voorstellen tot verbetering van de huidige achterlichtconfiguratie	37
<b>8.</b>	<b>Toetsingskader verkeersveiligheid</b>	40
8.1.	Probleemanalyse	40
8.2.	Toetsingslijst ter beoordeling van de vinding	40
8.3.	Checklist ter beoordeling van optische aspecten	41
<b>9.</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	42
9.1.	Conclusies	42
9.2.	Aanbevelingen	43
	<b>Literatuur</b>	44
<b>Bijlage</b>	De lichtsterktes volgens ECE-reglementen	47



## Lijst van afkortingen

ABLD	Advanced Braking Light Device
abs	antiblokkeersysteem
AVV-BG	Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Hoofdafdeling Basisgegevens
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
ECE	Economische Commissie voor Europa
EG	Europese Gemeenschap
LED	licht emitterende diode
GPS	Global Positioning System
IBL	Integral-Bremslicht
ITS	Intelligent Transport Systems
MVO	motorvoertuigverlichting overdag
mvt	motorvoertuig
VOR	verkeersongevallenregistratie
UMS	uitsluitend materiële schade



# 1. Inleiding

De laatste jaren is er hernieuwde aandacht voor de achterverlichting en achterlichtconfiguratie van personenauto's. Deze aandacht kan worden beargumenteerd vanuit de wetenschap dat de achterverlichting een belangrijke rol speelt bij een goede uitvoering van de rijtaak in een volg- en naderingssituatie. Een goede signalering draagt voor een belangrijk deel bij aan het voorkomen van achteraanrijdingen. Hiervoor is zeker aandacht nodig, gelet op de toename van het aantal achteraanrijdingen met letsel: in Nederland is sprake van een verdubbeling over de laatste tien jaar.<sup>1</sup>

Regelmatig wordt de Nederlandse overheid door uitvinders en burgers benaderd met vindingen waarvan wordt geclaimd dat ze achteraanrijdingen kunnen helpen voorkomen. Veelal zijn dergelijke vindingen strijdig met de bestaande Europese regelgeving op het gebied van voertuigeisen. Een nieuw systeem kan alleen worden ingevoerd, als de regelgeving wordt aangepast.

Het antwoord van de overheid is dan ook vaak dat de vinding wellicht goede perspectieven biedt, maar dat toepassing niet mogelijk is vanwege de Europese eisen die aan voertuigverlichting worden gesteld.

Uit de praktijk blijkt dat beleidsmakers behoefte hebben aan een kader waaraan nieuwe vindingen en oplossingen kunnen worden getoetst. Zo'n toetsingkader maakt inzichtelijk welke aspecten bij de beoordeling van een nieuwe vinding een rol spelen.

Door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (AVV) is de SWOV gevraagd een toetsingskader op te stellen aan de hand van een theoretisch concept van de achterlichtconfiguratie. Tevens is verzocht om de problematiek met betrekking tot de achterlichtconfiguratie in kaart te brengen. Hiertoe worden cijfers van diverse ongevallenanalyses gepresenteerd.

Op basis van een literatuurstudie van de SWOV is gebleken dat de huidige regelgeving voor achterverlichting niet optimaal is (Schoon, 1998). In deze studie zijn de belangrijkste internationale onderzoeken van 1988 tot 1998 op het gebied van achterverlichting en -configuraties beschreven; nieuwe 'vindingen' op dit gebied zijn hieraan toegevoegd. In het voorliggende rapport worden deze vindingen aangehaald en ter discussie gesteld. Dit om meer zicht te krijgen op de aspecten die van belang zijn voor opname in het toetsingskader.

In dit rapport wordt het functioneren van de huidige achterlichtconfiguratie beschouwd aan de hand van een beschrijving van de problematiek en van voorbeelden van 'vindingen' met daaraan gekoppelde discussies. De basisprincipes van de achterlichtconfiguratie volgen onder meer uit een beschouwing van de functies van visuele waarnemingen in een volgsituatie. Een vergelijking van de huidige situatie met de basisprincipes resulteert in

<sup>1</sup> Recent bestaat het vermoeden dat deze toename voor een (belangrijk?) deel te maken heeft met een toename van de registratie van dit type ongeval vanwege (de angst voor) whiplash. Dit wordt door de SWOV nog nader onderzocht.

potentiële verbeteringen, een probleemanalyse en checklist om nieuwe vindingen te toetsen.

## 2. Huidige problematiek

Het verzoek van AVV tot het opstellen van een toetsingskader kent als achtergrond de problemen bij het beoordelen van vindingen op het gebied van de achterverlichting en achterlichtconfiguratie<sup>2</sup>. Vraagpunten zijn onder meer:

- Hoe kan het onderscheid tussen positielichten, remlichten en mistachterlichten in de dag- en nachtsituatie worden verbeterd voor wat betreft de lichtintensiteit en positie?
- Wat moet de lichtintensiteit van de achterverlichting bedragen in geval overdag dimlicht wordt gevoerd; of zouden de positielichten niet uitgeschakeld moeten worden?
- Hoeveel mistachterlichten zijn noodzakelijk: een of twee, of geen in combinatie met een hogere lichtintensiteit van de positielichten?
- Wat is de ideale configuratie van extra remlichten; is het wenselijk onderscheid te maken tussen bijremmen, afremmen en een noodstop; kan de opgloeitijd van remlichten worden verkort?
- Er is verwarring tussen de (oranje) alarmverlichting en de (oranje) richtingaanwijzers; zou knipperend rood als noodsignalering niet beter kunnen worden gebruikt?
- De lichtintensiteit van conventionele gloeilampen loopt in de loop van de tijd terug; wat zijn de consequenties van het gebruik van nieuwe lichtbronnen (licht emitterende diodes (LED's) en neonlampen)?

De hiervoor beschreven vraagpunten kunnen aan de hand van de literatuurstudie van de SWOV (Schoon, 1998) als volgt worden uitgewerkt.

1. De **lichtintensiteit** van de diverse lichten (positielichten, remlichten en knipperlichten) blijft in de huidige situatie onder alle (weers) omstandigheden dezelfde. Variatie is niet mogelijk, terwijl er omstandigheden zijn die dit wenselijk maken:
  - 1a. Overdag en bij mist zouden deze lichten een hogere lichtintensiteit mogen hebben dan in het donker.
  - 1b. Mistachterlichten hebben weliswaar een hogere lichtintensiteit maar ze dienen handmatig ingeschakeld te worden (hetgeen soms onnodig gebeurt en soms ten onrechte wordt nagelaten).
  - 1c. Onder de huidige omstandigheden zou het bij het voeren van motorvoertuigverlichting overdag (MVO) volgens sommige deskundigen de voorkeur verdienen dat de positielichten uitgeschakeld worden, dan wel dat de remlichten beter zijn te onderscheiden van de positielichten dan nu het geval is. Anderen zijn hierop tegen omdat het in bepaalde omstandigheden ongewenst is dat de positielichten uitgeschakeld worden (in tunnels, bij het geringer worden van de omgevingsluminantie).<sup>3</sup>

<sup>2</sup> De (witte) achteruitrijlampen blijven in deze studie buiten beschouwing, omdat deze geen rol spelen bij de perceptie in een volg- en nadersituatie.

<sup>3</sup> Voor een overzicht van de lichtsterktes volgens het ECE-reglement wordt verwezen naar *Bijlage 1*. Uit de cijfers blijkt dat de fabrikant vóór installatie enige vrijheid heeft een bepaalde lichtintensiteit te kiezen.

2. Bij **remlichten** spelen ook meerdere aspecten.
  - 2a. In hoeverre is het nuttig onderscheid te maken tussen bijremmen, afremmen en het maken van een noodstop. De signalering zou gekoppeld kunnen worden aan de sterkte van de voertuigvertraging. De vraag is dan op welke wijze dit het beste kan worden gerealiseerd.
  - 2b. Momenteel maakt het derde remlicht onderdeel uit van de standaard remlichten. Een aantal vraagpunten kan worden geformuleerd. Het belangrijkste is of het derde remlicht in deze uitvoeringsvorm bijdraagt aan het reduceren van het aantal achteraanrijdingen. Er zijn diverse uitvoeringsvormen (rechthoekig of een lichtbalk) en meerdere posities (boven- en onderzijde van de achterraut, in de spoiler op de achterklep). De vraag is of standaardisatie wenselijk is. Ook is in discussie het derde remlicht een aangepaste functie toe te kennen namelijk als signaalgever voor alleen krachtig remmen.
  - 2c. Een snellere activering van de remlichten zou gerealiseerd kunnen worden op het moment dat het gaspedaal snel losgelaten wordt.
  - 2d. Gloeilampen hebben volgens buitenlands onderzoek een relatief lange opgloeitijd. Mocht de waarneming hieronder lijden, is het wenselijk te bekijken op welke wijze een verbetering mogelijk is.
  
3. Bij **mistachterlichten** spelen twee zaken.
  - 3a. Bij mist laat het onderscheid tussen remlichten en mistachterlichten te wensen over. Aan de orde is op welke wijze dit kan worden verbeterd.
  - 3b. Volgens de Europese regelgeving mogen zowel één als twee mistachterlichten worden aangebracht. De vraag is of uniformering wenselijk is en zo ja, wat is dan de beste oplossing mede gezien mogelijke aanpassingen van de achterlichtconfiguratie.
  
4. Er is verwarring en discussie over de **signalering in kritieke situaties**. Het stilstaan op de rijbaan in een situatie dat dit niet wordt verwacht is zo'n kritieke situatie, vooral bij mist. Op voertuigen zijn knipperende amberkleurige waarschuwingslichten aanwezig. Er zijn ideeën bij mist de mistachterlichten te laten knipperen. De vraag is waar de voorkeur naar uitgaat.
  
5. Uit de literatuur blijkt dat door **vervuiling** de lichtsterkte van lampen aanzienlijk afneemt. Ook blijkt **veroudering** een probleem te zijn (een halvering van de lichtintensiteit van met name remlichten in tien jaar). De vraag is of andere vormen van verlichtingsbronnen aan deze bezwaren tegemoet kunnen komen.

### 3. Ontwikkelingen en ongevalskenmerken van achteraanrijdingen

Ongevallen die gerelateerd zijn aan de achterverlichting betreffen voornamelijk achteraanrijdingen. We kunnen ongevalskenmerken onderscheiden die inzicht verschaffen in de omstandigheden bij dit type ongeval. Genoemd kunnen worden de dag/nacht-situatie en remmen of stilstand. In eerste instantie wordt de algemene ontwikkeling van de letselongevallen over de afgelopen dertien jaar gegeven. Vervolgens wordt nader ingegaan op een specifieke studie van de SWOV uit 1998 met een verdeling van de kop-staartongevallen naar wegtype (Tromp, 1998). Het hoofdstuk wordt afgesloten met een ongevalanalyse over de cijfers van 1998, waarin nader wordt ingegaan op verschillende manoeuvres (stilstaan, remmen en dergelijke). Deze zijn voor deze studie afzonderlijk geanalyseerd. Daar gebruik is gemaakt van ongevalgegevens uit diverse bronnen, heeft de beschouwing over de diverse ongevalskenmerken betrekking op verschillende jaarreeksen.

#### 3.1. Ontwikkeling achteraanrijdingen personenauto's over de jaren 1987 - 1999

De ontwikkeling van het aantal achteraanrijdingen van personenauto's wordt in *Tabel 1* bekeken aan de hand van de letselongevallen over de jaren 1987 - 1999.

Uit deze tabel blijkt duidelijk de forse toename van het aantal achteraanrijdingen met personenauto's. Over de jaren 1987 - 1999 is sprake van een toename van 128%.<sup>4</sup>

Jaar	Aantal letselongevallen
1987	2029
1988	2030
1989	2242
1990	2414
1991	2393
1992	2787
1993	3051
1994	3499
1995	3910
1996	3925
1997	4138
1998	4525
1999	4636

Tabel 1. *Letselongevallen ten gevolge van achteraanrijdingen waarbij de personenauto van achteren werd geraakt* (bron: AVV-BG).

<sup>4</sup> In een andere SWOV-studie is onlangs vastgesteld dat de geconstateerde stijging op basis van *letselongevallen* niet voorkomt bij ongevallen met uitsluitend materiele schade (UMS). Dit is een punt van nader onderzoek.

In 1999 was het aandeel van dit type ongevallen 11% van het totaal aantal ongevallen in dit jaar. Vergeleken met het beginjaar van de reeks van de tabel, zien we ook in het aandeel een forse toename: in 1987 bedroeg het aandeel 5%.

Van deze ongevallen valt 86% in de categorie 'overig letsel'. De rest betreft ziekenhuisopnamen (14%) en dood (0,4%). Onder deze 86% vallen alle whiplash-slachtoffers (van Kampen, 1998). Ter vergelijking: de verdeling naar ongevalsernst voor *alle* verkeersongevallen bedraagt respectievelijk 72%, 26%, 3% (cijfers 1996).

*Tabel 2* laat zien dat de verdeling van bovenstaande ongevallencijfers naar binnen en buiten de bebouwde kom redelijk constant is over de beschouwde jaren.

Jaar	Aantal letselongevallen bebouwde kom		
	Binnen	Buiten	Totaal
1987	1095	934	2029
1988	1122	908	2030
1989	1130	1122	2242
1990	1274	1140	2414
1991	1269	1124	2393
1992	1482	1305	2787
1993	1536	1515	3051
1994	1737	1762	3499
1995	2067	1843	3910
1996	2055	1870	3925
1997	2090	2048	4138
1998	2330	2195	4525
1999	2279	2357	4636

*Tabel 2. De cijfers van Tabel 1 verdeeld naar binnen en buiten de bebouwde kom (bron: AVV-BG).*

### 3.2. Ongevallen ten gevolge van achteraanrijdingen verdeeld naar wegtype

#### 3.2.1. Ontwikkeling jaren 1987 - 1997

Voor diverse typen wegen is de toename van het aantal letselongevallen over een periode van negen jaar (1987 t/m 1995) vastgesteld. *Tabel 3* toont over deze periode de toename van kop-staartongevallen met minstens één van achter aangereden personenauto. Ter vergelijking is de ontwikkeling van het totaal aantal ongevallen over deze periode opgenomen. De laatste kolom geeft het absolute aantal kop-staartongevallen in 1995.



Wegtype	Toename ongevallen 1987 - 1995		Kop-staart-ongevallen 1995 (absoluut)
	Kop/staart (%)	Alle ongevallen (%)	
Autosnelweg 2x2	115	82	556
Autosnelweg 2x2 / 2x3	179	125	248
Binnen bebouwde kom	88	-3	2067
Buiten bebouwde kom	97	8	1843

Tabel 3. *Toename van kop-staartbotsingen met letsel met minstens één van achter aangereden personenauto.* (bron: VOR-AVV/BG).

De autosnelwegen met 2x3/2x4-rijstroken tonen een forse stijging (179%) van het aantal kop-staartongevallen. De 2x2-autosnelwegen en de overige wegen laten ongeveer een verdubbeling van het aantal kop-staartongevallen zien. Deze verdubbeling zien we ook bij het totaal aantal ongevallen op autosnelwegen. Relatief gesproken is daarmee de toename van de kop-staartbotsingen op niet-autosnelwegen groter dan op autosnelwegen. Ook uit de absolute cijfers blijkt dat kop-staartbotsingen vooral op de niet-autosnelwegen plaats vinden.

### 3.2.2. *Kop-staartbotsingen verdeeld naar tijdstip*

Het tijdstip waarop kop-staartbotsingen plaatsvinden, zegt veel over de omstandigheid van het ongeval (dag/nacht, spits/buiten spits). De cijfers in *Tabel 4* voor autosnelwegen hebben betrekking op letselongevallen en ongevallen met uitsluitend materiële schade (UMS). De cijfers voor niet-autosnelwegen hebben alleen betrekking op letselongevallen.

Wegtype	19-07 uur (%)	07-10 uur (%)	10-16 uur (%)	16-19 uur (%)	Totaal (%)
Autosnelweg 2x2	14	26	29	31	100
Autosnelweg 2x3/2x4	17	25	25	33	100
Binnen bebouwde kom	16	13	44	27	100
Buiten bebouwde kom	14	14	43	29	100

Tabel 4. *Verdeling kop-staartbotsingen (%) met minstens één van achter aangereden personenauto over uren van de dag van 1993 t/m 1995* (bron: VOR-AVV/BG).

Uit *Tabel 4* blijkt dat in de nachtelijke uren slechts zo'n 15% van de kop-staartbotsingen plaatsvindt. Op de autosnelwegen zijn de ongevallen redelijk gelijk over de periode van 7 - 19 uur verdeeld. Buiten de autosnelwegen vinden overdag de meeste ongevallen buiten de spitsuren plaats (ruim 40%). Tevens vinden op deze wegen tijdens de avondspits tweemaal zoveel kop-staartbotsingen plaats als tijdens de ochtendspits.

In het kort hier nog een overzicht van enkele relevante ongevalskenmerken uit het SWOV-onderzoek van 1998 (Tromp, 1998):

- Aandeel ongevallen kop/staart ten opzichte van het totaal aantal ongevallen (gemiddeld over 1993 t/m1995):

- Autosnelweg 2x2: 28%
- Autosnelweg 2x3 en 2x4: 36%
- Binnen de bebouwde kom: 6%
- Buiten de bebouwde kom: 9%.
- Bij het afzetten van de ongevallen op autosnelwegen naar diverse klassen van de verkeersintensiteit zien we een toename van de kop-staartongevallen bij een intensiteit van:
  - meer dan 25.000 mvt/dag voor de autosnelweg 2x2
  - meer dan 70.000 mvt/dag voor de autosnelweg 2x3 en 2x4.
- Op alle wegtypen vinden relatief iets meer kop-staartongevallen bij nat wegdek plaats in vergelijking met alle ongevallen
- Verdelingen van de kop-staartongevallen naar dagen van de week en maanden leveren verder geen interessante gezichtspunten op.

### 3.3. Aanrijdingen op stilstaande en rijdende voorliggers

Voor de analyse van de wijze waarop twee voertuigen bij een kop-staart-aanrijding met elkaar in aanraking zijn gekomen, zijn uit het AVV-BG-bestand van 1998 die letselgevallen geselecteerd waarbij een motorvoertuig achterop een personenauto is gereden. Het betreft hier de zogenaamde 'primaire botsers' waarbij per ongeval slechts twee motorvoertuigen betrokken zijn. Dit in tegenstelling tot de cijfers van de *Tabellen 1 en 2* waarbij alle meervoudige botsingen zijn geselecteerd.

Bij de selectie die nu is gemaakt, is specifiek de 'voorgenomen beweging' betrokken. Van de tientallen onderscheiden manoeuvres komen er drie het meeste voor: stilstaan om verkeerstechnische redenen (verkeerslicht, file en dergelijke), achterop een rijdende auto gereden en achterop een auto gereden die remde/stopte. In onderstaande overzichten worden deze drie manoeuvres nader in verband gebracht met diverse andere ongevalskenmerken.

We beginnen met de verdeling naar de drie ongevalsmanoeuvres. Voor 1998 betreft het hier 2460 kop-staartongevallen met letsel.

- achterop rijdende auto gereden (11%)
- achterop auto gereden die remde/stopte (62%)
- achterop stilstaande auto gereden (verkeerslicht, file en dergelijke 20%)
- rest: afslaan, invoegen en dergelijke (7%).

De voertuigen die achterop de personenauto's reden, betreffen (N=2460):

- personenauto (aandeel 82%)
- bestelauto (12%)
- vrachtauto/bus (6%).

De ongevalsmanoeuvres zijn in *Tabel 5* ook onderscheiden naar lichtomstandigheden.

Achterop:	Daglicht (%)	Schemer (%)	Nacht (%)	Onbek. (%)	Totaal (%)
Rijdende auto	9	13	17		11
Remm./stoppende auto	65	65	53		62
Stilstaande auto	20	18	21		20
Rest					7
Totaal-%	100	100	100		100
Totaal- N	1907	79	456	16	2460
Rij-%	78	3	19	0	100

Tabel 5. *Procentuele verdeling van letselongevallen in 1998 met een van achter aangereden personenauto naar ongevalsmanoeuvre en lichtomstandigheid* (bron: VOR-AVV/BG).

Zoals we ook al hiervoor zagen vinden kop-staartongevallen vooral overdag plaats. Bekijken we de drie ongevalsmanoeuvres per soort omgevingsverlichting (dag, schemer, nacht), dan zijn er wat verschillen, maar deze zijn niet groot. *Tabel 6* bevat de verdeling van de letselongevallen naar wegsituatie.

Achterop:	Wegvak (%)	Kruispunt (%)	Plein/bocht (%)	Totaal (%)
Rijdende auto	15	5	14	11
Remmende / stoppende auto	63	61	67	62
Stilstaande auto	17	24	19	20
Rest	5	10	1	7
Totaal-%	100	100	100	100
Totaal- N	1292	1072	96	2460
Rij-%	53	44	4	100

Tabel 6. *Procentuele verdeling van letselongevallen in 1998 met een van achter aangereden personenauto naar ongevalsmanoeuvre en wegsituatie* (bron: VOR-AVV/BG).

De achteraanrijdingen zijn min of meer gelijk over wegvakken en kruispunten verdeeld. Op wegvakken vinden wat meer ongevallen plaats met rijdende voertuigen en wat minder met voertuigen die stilstaan bij verkeerslichten, files en dergelijke. Voor de grootste groep ongevalsmanoeuvres (remmende/stoppende auto's) is er nauwelijks verschil tussen wegvak en kruispunt.

De laatste ongevalskenmerken die voor een nadere verdeling in aanmerking komen zijn bebouwing en snelheidslimiet van de weg (*Tabel 7*).

Achterop:	Binnen bebouwde kom		Buiten bebouwde kom			Totaal (%)
	50 km/uur	70 km/uur	50/70 km/uur	80/90 km/uur	100/120 km/uur	
Rijdende auto	8	9	7	10	28	11
Remm/stoppende auto	64	61	66	64	53	62
Stilstaande auto	21	23	23	20	13	20
Rest						7
Totaal-%	100	100	100	100	100	100
Totaal- N	1261	108	194	542	355	2460
Rij-%	51	4	8	22	14	100

Tabel 7. *Procentuele verdeling van letselongevallen in 1998 met een van achter aangereiden personenauto naar ongevalsmanoeuvre en snelheidslimiet weg* (bron: VOR-AVV/BG).

Uit de tabel blijkt dat de helft van de achteraanrijdingen plaatsvindt op de 50 km/uur-wegen binnen de bebouwde kom. Buiten de bebouwde kom gebeuren meer ongevallen op de 80 en 90 km/uur-wegen dan op de 100/120 km/uur-wegen (voornamelijk autosnelwegen).

Wat de verdeling van de ongevallen naar manoeuvre betreft, vertonen alleen de 100/120 km/uur-wegen een verschil met de rest van de wegen: wat meer ongevallen met rijdende voorliggers en wat minder met remmende/stoppende en stilstaande auto's in files en dergelijke.

### 3.4. Samenvatting ongevallencijfers

Door de forse toename van het aantal kop-staart-*letsel*ongevallen kan vermoedelijk van een duidelijk probleem gesproken worden.<sup>5</sup>

Binnen de bebouwde kom vinden nagenoeg evenveel ongevallen plaats als buiten de bebouwde kom. Het aandeel van dit type ongevallen bedroeg in 1999 11% van het totaal ongevallen; in 1987 was dit nog slechts 5%.

De ongevallen ten gevolge van achteraanrijding zijn lichter van aard vergeleken met de rest van de ongevallen. Veel whiplash-slachtoffers vallen hieronder.

Buiten de bebouwde kom vinden absoluut gezien de meeste ongevallen plaats op de niet-autosnelwegen. Maar op autosnelwegen vinden wel relatief de meeste kop-staartongevallen plaats: zo'n 30% van de ongevallen op dit wegtype zijn kop-staartongevallen; op andere wegen is het nog geen 10%. Kop-staartongevallen vinden vooral overdag plaats.

In de meeste gevallen wordt achterop een personenauto gereden die remde/stopte (62%); in de rest van de gevallen wordt achterop gereden bij een personenauto die stilstaat ten gevolge van verkeerslichten/files en dergelijke (20%), dan wel die rijdend aan het verkeer deelneemt (11%). Op de 100/120 km/uur-wegen gebeuren in vergelijking met de andere wegtypen wat meer ongevallen met rijdende voorliggers en wat minder met remmende/stoppende en stilstaande auto's in files en dergelijke.

<sup>5</sup> Daar deze stijging niet bij ongevallen met alleen materiële schade is gevonden, wordt hiernaar door de SWOV nog afzonderlijk gekeken.

De botspartner (degene die achterop de voorliggende personenauto reed) is in ruim 80% van de gevallen eveneens een personenauto.

De verdeling van het type ongevalsmanoeuvres naar lichtomstandigheid (dag, schemer, nacht) toont een gering onderling verschil. Verder zijn de achteraanrijdingen min of meer gelijk over wegvakken en kruispunten verdeeld.

## 4. Theoretische beschouwing

De onderwerpen van voorgaande hoofdstukken worden geplaatst in de context van perceptieve en cognitieve aspecten van de rijtaak in een volgen naderingssituatie.

### 4.1. Rijtaak- en functieanalyse

De kern van (het hier relevante deel van) de rijtaak is gelegen in het vermijden respectievelijk afwikkelen van conflicten in langsrichting met andere verkeersdeelnemers. De perceptieve basis daarvoor is gelegen in het detecteren van potentiële botskoersen en -tijdstippen (Roszbach, 1974).

Te onderscheiden zijn:

- . detectie van aanwezigheid;
- . bepaling van (relatieve) positie en afstand;
- . bepaling van (relatieve) bewegingskenmerken;
- . bepaling van veranderingen daarin;
- . predictie van voorgenomen of toekomstige veranderingen.

De functie van de achterlichtconfiguratie bij de uitvoering van deze visuele taken kan in tweeën worden gesplitst:

- lichtbronnen; de impliciete (ruimtelijke) informatie verbonden aan de waarneming van een of meer lichtbronnen, al dan niet gekoppeld aan een waargenomen object, al dan niet geplaatst in een visueel veld;
- signalering; de expliciete informatie verbonden aan het verstrekken van een signaal met een 'afgesproken' betekenis.

Bij het eerste gaat het vooral om de positielichten (en ook mistachterlichten) als zodanig, bij het tweede om remlichten, richtingaanwijzers, alarmsignalen en dergelijke. De functies kunnen echter enigszins door elkaar lopen. Een signaal is tegelijkertijd ook een lichtbron die gedetecteerd en gepositioneerd kan worden; een achterlicht of twee of meer positielichten kunnen tegelijkertijd iets zeggen over de categorie voertuig. De kleur rood signaleert volgens afspraak de achterzijde van een voertuig.

### 4.2. Het visuele veld

Een belangrijk onderscheid naar condities waaronder lichten en signalen moeten functioneren, is gelegen in de vraag of er al dan niet een visueel veld voorhanden is waarbinnen het waar te nemen object kan worden geplaatst, zoals bij daglicht en (goede) openbare verlichting. Als dat object in relatie tot onderdelen van dat visuele veld en andere objecten kan worden waargenomen, dan is er een betrekkelijke 'rijkdom aan cues' om de waarnemer in staat te stellen relatieve posities en bewegingskenmerken vast te stellen. Hulpmiddelen of strenge ontwerpprincipes zijn dan minder nodig.

Anders is het als dat visuele veld er niet is, bij duisternis, mist, hevige regenval of andere zicht verslechterende omstandigheden. Dan zijn waarnemers beperkt tot betrekkelijk onbetrouwbare cues als de schijnbare grootte, helderheid of onderlinge afstand tussen positie- en mistachterlichten. Dan kunnen ook gemakkelijk illusies of verkeerde interpretaties ontstaan, omdat hetzelfde visuele beeld correspondeert met zeer verschillende feitelijke situaties in termen van relatieve positie en bewegingskenmerken. Streng ontwerp is dan veel eerder nodig, zoals een gestandaardiseerde

afstand tussen de positielichten (en mistachterlichten) en vaste posities van de lichten binnen de achterlichtconfiguratie.

Daarnaast is de lichtintensiteit van de lampen belangrijk. Wat in de ene situatie niet of nauwelijks waarneembaar is, is in de andere situatie verblindend. Daar moet dus steeds een zeker evenwicht in worden getroffen, of naar mogelijkheden worden gezocht om het intensiteitsniveau van verlichting/signalen aan te passen aan de omgevingsluminantie. Vraagstukken aangaande de achterverlichting (in casu de positielichten en mistachterlichten) gaan vooral hierover.

#### 4.3. **Signalering**

Vraagstukken betreffende signalering gaan vooral over het wat en waarom, hoe en hoeveel. De waarneming ligt zowel op perceptief als op cognitief niveau.

Ontwerpprincipes met betrekking tot signalering zijn op zich betrekkelijk rechttoe rechtaan te formuleren (opvallendheid, onderscheidbaarheid, redundantie en dergelijke). Huidige configuraties voldoen daar niet altijd aan. Zo is het alarmsignaal niet optimaal en zijn remlichten niet altijd optimaal onderscheidbaar van de positielichten. Dit laatste wordt nu ondergaan met het derde remlicht. Hier zijn overigens nog wel kanttekeningen te plaatsen die verderop in *Paragraaf 6.2* worden behandeld.

De belangrijkste vraag is echter wat gesignaleerd moet worden en waarom. Dit staat weer in directe relatie tot wat uit directe waarneming kan worden verkregen en wat daaraan als aanvulling of hulpmiddel zou moeten worden toegevoegd. Voorop staat hierbij natuurlijk de signalering van gedragsintenties die als zodanig niet waarneembaar zijn (richtingverandering). Als tweede is (snelheids)verandering van belang, die betrekkelijk moeilijk direct is waar te nemen.

Criticaliteit zou daarnaast een nadrukkelijke factor moeten zijn. Deze is echter vaak situatie-afhankelijk. Stilstand op een auto(snel)weg is iets heel anders dan stilstand voor een verkeerslicht binnen de bebouwde kom. Dat maakt het moeilijk om signalering te automatiseren. Handbediening geeft ook onbetrouwbaarheid. Een kritiek signaal dat soms wel of soms niet wordt gegeven heeft nadelen. Een semi-kritiek signaal, als alternatief, dat altijd gegeven wordt maar soms niet veel informatie biedt, heeft ook nadelen.

Met de ontwikkeling van voertuigintelligentie (bijvoorbeeld een Global Positioning System (GPS) gekoppeld aan wegtype dan wel snelheidslimiet) komen vormen van intelligente signalering in zicht. Met in voertuigen aanwezige routegeleidingssystemen die al een koppeling met GPS hebben, is een aanvang te maken met zo'n vorm van signalering.

#### 4.4. **Standaardisatie**

In *Paragraaf 4.2* is het begrip standaardisatie geïntroduceerd en de noodzaak daartoe in bijzondere omstandigheden. We realiseren ons evenwel dat standaardisatie op gespannen voet staat met de wens van de auto-industrie om de huidige vrijheid in ontwerp te behouden. Vanuit de verkeersveiligheid geredeneerd is standaardisatie wenselijk.

Met twee voorbeelden wordt geïllustreerd hoe hieraan gestalte kan worden gegeven.

1. De basislampen van de achterlichtconfiguratie staan verticaal (remlichten boven, richtingaanwijzers midden, positielichten onder). Een vaste locatie van de diverse lichten scheidt duidelijkheid en herkenbaarheid. Dat het remlicht boven zit is vanwege a) het oogfixatiepunt van de bestuurder tijdens het volgen van een voorligger dat zich ter hoogte van de achterraut bevindt en b) de grotere kans op het waarnemen van de remlichten van voor-voorliggers. Door de plaatsing van de (oranje) richtingsignalering in het midden wordt het rode remlicht voldoende afgezonderd van het rode achterlicht.
2. De basislampen van de achterlichtconfiguratie staan zover mogelijk naar buiten.<sup>6</sup> Het voordeel hiervan is dat de buitenzijde wordt gemarkeerd en tevens wordt een min of meer vaste afstand tussen beide positielichten verkregen. Deze vaste afstand die kan worden gerealiseerd bij al het gemotoriseerd snelverkeer op vier wielen, is belangrijk voor het schatten van de afstand tot de voorligger bij slechte weersomstandigheden.<sup>7</sup>

#### 4.5. Nadere overwegingen

In de praktijk van de laatste 25 jaar zijn diverse (concrete) voorstellen tot aanpassing van de achterlichtconfiguratie aan de orde geweest (Moore & Rumar, 1999). Van tijd tot tijd blijken ze soms weer terug te keren. Betekent dit nu dat we juist wel of juist niet op zulke voorstellen in zouden moeten zetten?

In z'n algemeenheid gaat het bij een goede achterlichtconfiguratie om de vermindering van kop-staartbotsingen. Prioriteitsstelling is mogelijk op basis van de mate van voorkomen van bepaalde condities/voertuigcategorieën. Aan de hand van een ongevalanalyse kan hierover meer inzicht worden verkregen.

Naast verlichting en signaleringslichten spelen ook andere middelen een rol in detectie van voertuigen. We noemen hier retroreflectie en fluorescentie. Veelal gaat het dan om *passieve* verlichting die van belang is als de verlichting is uitgevallen of bij parkeren. Vooralsnog hebben we in deze studie geen aandacht geschonken aan deze wijze van verlichting. Het lijkt wel dat beide typen verlichting (actief en passief) goed naast elkaar kunnen bestaan.

In *praktische* zin spelen er omtrent de verlichting en signalering verder nog problemen aan zowel de waarnemerskant als aan de objectkant.

*Waarnemerskant:*

- (opspattend) regenwater;
- beslagen/bevroren voorruit en dergelijke;
- individuele verschillen in bijvoorbeeld gezichtsvermogen, contrastgevoeligheid, verblindingsgevoeligheid.

Bij slecht zicht zijn deze zaken van belang:

<sup>6</sup> Daar mistachterlichten in principe dezelfde functie vervullen als de positielichten, zouden ook de mistachterlichten zover mogelijk naar buiten gepositioneerd moeten worden (in *Paragraaf 6.2*) wordt beargumenteerd dat de aanwezigheid van twee mistachterlichten beter is dan één.

<sup>7</sup> Om bij vrachtauto's deze vaste afstand tussen de positielichten te realiseren zijn vier lampen nodig: twee aan weerszijden op de hoekpunten en twee extra lampen daartussen op deze vaste personenauto-afstand.



*Objectkant:*

- variaties in lichtopbrengst (al vanuit de fabriek);
- veroudering gloeilampen;
- vervuiling van lamphuizen.

Deze zaken komen aan de orde bij de bespreking van nieuwe typen lichtbronnen.

#### 4.6. **Basisprincipes huidige achterlichtconfiguratie**

Op grond van het voorgaande zijn voor de achterlichtconfiguratie basisprincipes op te stellen met een verdeling naar primaire functies en functionele eisen.

##### **Primaire functies**

De functies van de huidige componenten van de achterlichten zijn:

*Ten behoeve van de achterverlichting:*

- positielichten: detectie van het voertuig en de bepaling van positie en afstand;
- mistachterlichten: deze lichten hebben in geval van slechte weersomstandigheden dezelfde functie als de positielichten. (Bij slechte weersomstandigheden vormt de onderlinge afstand tussen de positielichten (dan wel de mistachterlichten) veelal de enige indicatie om de langsafstand tot de voorligger te schatten).

*Ten behoeve van de signalering:*

- remlichten: de signalering van het vertragen;
- richtingaanwijzer aan één zijde: de signalering van (toekomstige) richtingveranderingen;
- richtingaanwijzers aan beide zijden: signalering van gevaar in kritische omstandigheden bijvoorbeeld stilstand op rijbaan of vluchtstrook.

De volgende (kleur)codering is afgesproken:

- rood: positielichten, remlichten en mistachterlichten;
- amberkleurig: richtingaanwijzers;
- alleen de richtingaanwijzers (en alarmlichten) knipperen.

##### **Functionele eisen**

De volgende functionele eisen gelden voor de achterverlichting en achterlichtconfiguratie:

- De primaire functies moeten zijn gewaarborgd tijdens goede en slechte weersomstandigheden.
- Het aantal basiscomponenten en de daaraan gekoppelde functies dient beperkt te zijn.
- De interpretatie van de lichten moet ondubbelzinnig zijn.
- De opvallendheid van signaleringslichten dient groter te zijn dan die van positielichten
- Qua lichtsterkte mogen de lichten niet hinderlijk zijn
- met het in vele jaren opgebouwde verwachtingspatroon moet rekening worden gehouden.

## 5. Implementatie-aspecten en -problemen

Nieuwe ontwerpen en dergelijke kunnen vanwege Europese regelgeving niet zomaar worden ingevoerd. Daarnaast is zorgvuldigheid gewenst omdat elke verandering gepaard gaat met een overgangssituatie.

Bij achterlichtconfiguraties gaat het meestal over de personenauto. Deze configuratie dient wel compatibel te zijn met die van andere voertuigen.

### 5.1. Blokkade door wettelijke voorschriften

Er is een voortdurende spanning tussen uitvinders en beleidsmakers. De uitvinder concentreert zich op de technische merites van de vinding (en mogelijk op het financieel gewin) en is weinig geneigd zich te verdiepen in een probleemanalyse. Dit leidt vaak tot een 'oplossing' voor dat ene specifieke probleem, waarbij geen rekening wordt gehouden met de overige functies en betekenissen van andere lichten.

Aan de andere kant worden door de beleidsmakers al gauw de wettelijke voorschriften aangehaald om aan te geven dat deze specifieke vinding niet toepasbaar is. In wezen zijn nieuwe vindingen al gauw in strijd met de wet. Immers, wat niet verplicht is of niet expliciet is toegestaan, is verboden.

Om uit deze impasse te geraken zou het toetsen van de vinding aan een toetsingskader wenselijk zijn. Hiermee wordt het mogelijk het op beleidsniveau eens te worden over het probleem, de ernst en de omvang daarvan. Dit geeft ook een betere basis voor het aanpakken van een vinding in het internationaal overleg.

### 5.2. Consequenties van wijzigingen

Als veranderingen worden geïntroduceerd, ontstaat doorgaans een overgangssituatie met een toenemende frequentie van voorkomen van nieuwe of andere signalen. Een vergelijkbare situatie ontstaat wanneer er sprake is van facultatieve signalen. In sommige situaties kan dit leiden tot verkeerde verwachtingen.

Bij veranderingen gaat het niet alleen om 'technische bijwerkingen', maar ook om de wijze waarop weggebruikers de nieuwe toepassingen in de praktijk hanteren. Technische bijwerkingen kunnen ontstaan als de opwaardering van één functie leidt tot degradatie van een andere functie. Hogere lichtintensiteiten van positielichten bijvoorbeeld leiden tot het visueel wegdrukken van remlichten.

Ook is de vraag hier aan de orde of nieuwe vindingen toepassingen van andere functies in de weg staan dan wel concurreren met bestaande functies. Een bepaalde oplossing, bijvoorbeeld knipperend rood licht, kan maar voor één functie worden gebruikt. Is deze eenmaal 'vergeven' dan kan de oplossing niet meer worden toegepast voor andere functies. Het is daarom van belang na te gaan welke functies er zijn en welke oplossingen daarvoor gekozen worden. Dit laatste houdt in dat voortdurend gekeken dient te worden naar de gehele achterlichtconfiguratie in relatie tot de rijtaak.

### 5.3. Relatie met andere voertuigcategorieën

Deze studie richt zich op de achterlichtconfiguratie van personenauto's. Echter deze configuratie kan niet als een zelfstandig (sub-)systeem worden gezien. Wat daaraan al dan niet te zien is, staat in direct verband met wat andere voertuigcategorieën aan vergelijkbare informatie bieden. In dit opzicht zijn te onderscheiden de vormgeving/ontwerp en de toegekende betekenis. In beide gevallen moet er rekening mee worden gehouden dat de bestuurder bij het uitvoeren van de rijtaak hierbij een bepaald systeem heeft ontwikkeld. Veranderingen in de achterlichtconfiguratie moeten bij voorkeur compatibel zijn met het opgebouwde verwachtingspatroon.

Bij eventuele aanpassingen van de achterlichtconfiguratie ligt het voor de hand bij personenauto's te beginnen. Immers zij vormen het grootste aandeel van de voertuigen op de weg. Verlichting van andere voertuigcategorieën dient vervolgens afgeleid te worden van die van personenauto's. In *Paragraaf 4.4* is met betrekking tot vrachtauto's reeds zo'n connectie genoemd: een min of meer vaste afstand tussen de positielichten van personenauto's kan ook bij vrachtauto's worden gerealiseerd door het plaatsen van twee extra lampen.

## 6. Probleemstellingen en ontwikkelingen in componenten van de achterverlichting

De laatste jaren wordt in internationaal verband aandacht voor diverse 'vindingen' gevraagd, waarbij wordt geclaimd dat ze de oplossing voor een bepaald (deel)probleem zijn. In dit hoofdstuk worden de 'vindingen' behandeld aan de hand van een probleemstelling en een discussie. Naast 'vindingen' worden ook nieuwe ontwikkelingen behandeld.

De 'vindingen' en ontwikkelingen worden besproken aan de hand van de volgende indeling:

- regelingen van de lichtsterkte;
- remsignalering;
- signalering bij stilstand in kritieke omstandigheden;
- veroudering en vervuiling van lampen.

### 6.1. Lichtsterkteregeling

#### 6.1.1. *Probleemstelling*

In het hoofdstuk 'Theoretische beschouwing' is vastgesteld dat het gewenst is het intensiteitsniveau van verlichting/signalen aan te passen aan de omgevingsluminantie. Wat in de ene situatie minder goed waarneembaar is (overdag met zonlicht, overdag en 's nachts bij mist) kan in de andere situatie verblindend zijn (heldere nacht).

Ook bij het rijden met verlichting overdag (MVO) speelt zo'n probleem. Bij MVO gaat het erom voertuigen aan de voorzijde te detecteren. Echter bij de huidige achterlichtconfiguratie, brandt tevens de positieverlichting. Bij normale lichtomstandigheden zijn overdag geen positielichten nodig en in feite niet gewenst omdat remlichten met deze positielichten moeten concurreren. Echter als de omgevingsverlichting afneemt, of als in een tunnel wordt gereden, is de noodzaak er wel.

Deze probleempunten pleiten voor een regeling van de lichtsterkte van zowel de positielichten als de signaleringsverlichting (remlichten en richtingaanwijzers). Ingeval van zo'n regeling kunnen de positielichten zelfs de rol van de mistachterlichten overnemen.

We hebben de keuze uit handmatige bediening en adaptieve (automatische) regelingen.

Handbediening zoals door middel van een dag/nacht- en mist/geen mist-schakelaar is vaak onbetrouwbaar omdat het schakelen vergeten kan worden of omdat niet iedereen de omgevingsluminantie op dezelfde wijze interpreteert. Adaptieve regelingen komen dan eerder in aanmerking. Maar op dit ogenblik is de techniek nog niet zover.

#### 6.1.2. *Ontwikkelingen en/of vindingen*

Volgens (niet schriftelijke) informatie is de industrie bezig met de ontwikkeling van adaptieve lichtsterkte-regelingen voor de achterverlichting. Hiertoe wordt een luminantie-sensor gebruikt. Overdag wordt, afhankelijk van de daglicht-luminantie, gevarieerd in de lichtintensiteit van de lampen aan de

achterzijde van de auto. Ook zou gevarieerd kunnen worden in het aantal lampen dat wordt geactiveerd. Echter sensoren die vanuit individuele voertuigen mist kunnen detecteren zijn er (nog) niet. Dit betekent dat bij mist voorlopig nog in alle gevallen teruggevallen moet worden op handbediening.

Tijdens het congres 'Progress in Automobile Lighting' van september 1999 in Darmstadt zijn diverse adaptieve regelingen besproken van de *front*-verlichting. Op dit moment is niet duidelijk in hoeverre deze techniek kan worden toegepast bij de achterverlichting.

#### *Aanzetten tot oplossingen*

Het is raadzaam adaptieve regelingen pas in te voeren als de stand van de techniek zo ver is dat een 'fail safe' werking kan worden gegarandeerd. Dit betekent niet dat op dit moment niets gedaan kan worden. Om in de toekomst adaptieve regelingen mogelijk te maken, kunnen al twee stappen worden gezet.

1. Met een *betere scheiding* van de remlichten, richtingaanwijzers en positielichten wordt de eerste stap reeds gezet in de richting van een betere waarneming van de achterverlichting. Dit zal de toepassing van adaptieve regelingen vergemakkelijken. Het beter scheiden betekent echter een aanpassing van de Europese regelgeving; hiermee zou een aanvang genomen kunnen worden.
2. Met een *twee-niveau lichtsterkteregeling* is op dit moment de situatie al te verbeteren. De Europese regelgeving voorziet hierin. De realisatie hoeft niet al te ingewikkeld te zijn. De huidige mistachterlichtschakelaar kan worden gebruikt om bij mist de positielichten feller te laten branden. Tevens zou hiermee een schakeling geactiveerd kunnen worden die ervoor zorgt dat remlichten en richtingaanwijzer-lichten met een hogere lichtsterkte gaan branden zodra respectievelijk de remmen en richtaanwijzers worden geactiveerd. Aangezien in deze situatie de positielichten de rol hebben overgenomen van de mistachterlichten, zou het bestaande mistachterlicht (of lichten) kunnen vervallen.

In geval bij mist de schakelaar wordt omgezet, branden de remlichten en richtingaanwijzers feller als ze worden geactiveerd. Remmanoeuvres zullen eerder opvallen dan nu het geval is. In geval bijvoorbeeld bij stilstand op de autosnelweg bij mist de noodalarmschakelaar wordt omgezet, wordt met beide feller brandende amberkleurige knipperlicht-alarmlichten een betere alarmering verkregen. Dit punt heeft raakvlakken met suggesties om de alarmering rood knipperend uit te voeren; hierop komen we terug.

## 6.2. Mistachterlichten

In feite kunnen de twee mistachterlichten bij mist dezelfde functies vervullen als de twee positielichten bij betere zichtomstandigheden:

- de markering van de aanwezigheid van een voertuig;
- het verschaffen van een hulpmiddel bij het schatten van de langsafstand tot de voorligger, vanwege het gegeven dat de dwarsafstand tussen beide lichten min of meer gestandaardiseerd is.

Door het combineren van beide typen lichten kunnen ze, na een aanpassing van het lampglas, in dezelfde behuizing worden ondergebracht. In de huidige situatie betekent dit dat na, omzetting van de mistachterlichtschakelaar, beide achterlichten feller gaan branden. In de toekomst - als er

goede mistsensoren beschikbaar zijn - kan dit op een geautomatiseerde manier.

Het combineren van mistachterlichten en positielichten heeft zowel voordelen vanuit de perceptie (eenvoud en overzichtelijkheid) en de praktijk (een lampbehuizing komt te vervallen hetgeen meer mogelijkheden biedt tot een meer gestandaardiseerde vormgeving van de achterlichtconfiguratie over te gaan).

Jarenlang speelt inmiddels de kwestie of nu één dan wel twee mistachterlichten gevoerd moeten worden. Nog steeds zijn beide opties toegestaan. Hierboven is op functionele gronden beargumenteerd dat het er twee moeten zijn. Met de invoering van het derde remlicht geldt inmiddels nog een ander argument. De voorstanders van één mistachterlicht voerden aan dat daarmee de onderscheidbaarheid van remlichten beter was. Nu het derde remlicht in de Europese eisen is opgenomen, zal de onderscheidbaarheid van mistachterlichten en remlichten ten minste verbeteren.

### 6.3. Adequate signaleringen bij (krachtig) remmen

#### 6.3.1. *Probleemstelling*

De oorzaken van achteraanrijdingen zijn het gevolg zijn van te weinig afstand houden, te hoge snelheid(sverschillen) en onoplettendheid, al dan niet in combinatie. Uit de ongevalanalyse blijkt dat het merendeel van de achteraanrijdingen te maken heeft met het achterop rijden van een auto die remde/stopte (62%).

Goede signalering is een middel om de opvallendheid van remmende voertuigen te vergroten. Snelle en adequate informatie is gewenst naar mate sneller wordt gereden en/of de voertuigvertraging van de voorligger groter is. Ingeval er meerdere (dicht op elkaar rijdende) voorliggers zijn, is bij voorkeur informatie gewenst van de voor-voorliggers.

Maar dit betreft een deel van het probleem zoals we zagen in de ongevalanalyse. Achteraanrijdingen vinden ook plaats met voertuigen die stilstaan (aandeel 20%). Signalering door middel van de remlichten is dan veelal niet meer aan de orde. Tenzij hier een aparte voorziening voor wordt getroffen.

Uit bovenstaande analyse kan worden geconcludeerd dat de volgende of naderende automobilist over het volgende geïnformeerd moet worden:

- Wordt er (enkele auto's vóór hem) geremd?
- Wordt er (enkele auto's vóór hem) krachtig geremd?
- Is er sprake van een of meer stilstaande auto's?

In alle gevallen is het gewenst dat de informatie zo snel mogelijk wordt verkregen. Bedacht dient te worden dat kop-staartaanrijdingen voornamelijk overdag gebeuren: dit stelt - zoals we hiervoor al zagen - eisen aan een duidelijke onderscheidbaarheid van de diverse lichtcomponenten en/of aan de lichtsterkte van de signaleringslichten.

Vooral op het gebied van remsignalering zijn er de laatste jaren veel ontwikkelingen en vindingen te melden. In de volgende paragrafen komen successievelijk aan de orde:

1. het derde remlicht;
2. remvertraging afhankelijke signalering;
3. snelle en vroegtijdige signalering;
4. remsignalering van de voor-voorligger(s);
5. signalering van stilstand op de rijbaan na een remmanoeuvre.

### 6.3.2. *Het derde remlicht*

Op nieuwe personenauto's is het derde remlicht inmiddels verplicht. Gezien de nieuwste inzichten in de VS (zie inzet punt 1) hoeven we daar in Europa geen al te hoge verwachtingen van te hebben (zie inzet punt 2). Een effectiviteit van 1 à 2%, in termen van een reductie van het aantal achteraanrijdingen, zou al mooi zijn. Als het al zo is dat het effect van het derde remlicht slechts enkele procenten is, ligt het voor de hand na te gaan hoe de effectiviteit ervan kan worden verhoogd.

#### **Overzicht effect derde remlicht in de VS en Europa**

##### *1. Effect derde remlicht in de VS*

Recent zijn twee nieuwe Amerikaanse effectcijfers gepubliceerd. De eerste publicatie betreft een analyse aan de hand van ingediende claims bij verzekeringsmaatschappijen (Farmer, 1996). Vastgesteld is een reductie van het aantal achteraanrijdingen met 5%. De tweede publicatie betreft een nieuwe studie van Kahane & Hertz (1998). Een her-analyse van het effect in de beginjaren van de verplichtstelling (1987) komt nu uit op 8,5%. Als blijvend effect - gebaseerd op de jaren 1989 t/m 1995- is een reductie van 4,3% (marge  $\pm 1,5\%$ ) vastgesteld. Het effect van het derde remlicht voor 'light trucks' (verplicht sinds modeljaar 1994) is ongeveer hetzelfde als voor personenauto's. Als reden voor het teruglopen van het effect wordt in de tweede publicatie gewenning aan het derde remlicht genoemd.

##### *2. Effect voor de Europese situatie*

Aangezien de achterlichtconfiguratie van Amerikaanse personenauto's niet die scheiding tussen positielichten en remlichten kent zoals deze op Europese en Japanse auto's wordt toegepast, dient het effect van het derde remlicht voor de Europese situatie beduidend lager te worden ingeschat (Schoon, 1998).

De SWOV heeft in de conclusie van de literatuurstudie (Schoon, 1998) opgemerkt dat nagegaan zou kunnen worden of het derde remlicht niet beter benut zou kunnen worden. Genoemd is het derde remlicht alleen te activeren bij krachtig remmen. Daarnaast zou bij slechte weersomstandigheden of bij geactiveerde mistachterlichten de lichtintensiteit van dit derde remlicht verhoogd kunnen worden.

Ook anderen komen met oplossingen om het derde remlicht anders te benutten. In de volgende paragraaf komen we hierop terug.

Op zich lag het vóór de introductie van het derde remlicht voor de hand nader te bestuderen op welke wijze dit licht het beste benut had kunnen worden. Maar nu het derde remlicht al voor zo'n 50% is ingevoerd, is het niet meer mogelijk hier een andere bestemming aan te geven. Dit benadrukt wederom dat bij de introductie van een nieuw licht controle aan de hand van een toetsingskader zeer wenselijk is.

### 6.3.3. Remvertraging afhankelijke signalering

Het idee om via signalering duidelijk te maken of al dan niet krachtig wordt geremd, is natuurlijk niet nieuw. In de literatuurstudie van de SWOV (Schoon, 1998) zijn twee systemen beschreven die tot dus ver niet zijn toegepast.

#### 1. Set met tweemaal drie lampen

Elk van de twee remlichten bestaat uit een set van drie lichten. Naarmate er krachtiger wordt geremd, gaan er meer lampen branden. De aansturing van deze lichten is door middel van een aan het systeem toegevoegde de-celeratiemeter.

#### 2. Variatie in lichtsterkte en oppervlak

Bij licht remmen branden de standaard remlichten met normale sterkte (1e fase); bij harder remmen neemt de lichtsterkte toe (2e fase). Indien maximaal wordt geremd, wordt het oppervlakte waarover het licht wordt uitgestraald, vergroot (3e fase).

Deze twee systemen zijn bedacht in de tijd dat er van het derde remlicht nog geen sprake was. Systeem 3 maakt wel van het derde remlicht gebruik.

#### 3. Integral-Bremslicht IBL

Het derde systeem is van recente datum (oktober 1999). Het betreft hier een in Duitsland bedacht systeem genaamd Integral-Bremslicht (IBL): een combinatie van de mate van remvertraging en het derde remlicht. (Gerhaber, Wermuth & Barske, 1999).

Bij IBL bestaat het derde remlicht uit een lichtbalk opgebouwd uit een rij lichtpunten. Bij licht, kortstondig remmen gaan alleen de buitenste lichtpunten branden. Naarmate harder wordt geremd lichten meer lichtpunten op en bij voluit remmen brandt de gehele lichtbalk. Ook als niet voluit wordt geremd maar wel langdurig, gaan na verloop van tijd meer lichtpunten branden.

Verder wordt de IBL nog gekenmerkt door een extra toevoeging: het derde remlicht blijft nog even branden nadat het rempedaal al weer is losgelaten. De tijdsduur van dit nabranden is afhankelijk van de snelheidsreductie die heeft plaatsgevonden en de grootte van de opgetreden voertuigvertraging.

### Discussie

Aan alle drie behandelde systemen kleefde het nadeel dat, als een achterligger plotseling wordt geconfronteerd met al brandende remlichten, hij niet goed kan inschatten op welk verlichtingsniveau de remlichten branden. Maar ook al ziet hij de remmanoeuvre vanaf het begin, blijft het bezwaar dat het signaal eerst 'gelezen' dient te worden, daarna geïnterpreteerd om vervolgens zelf al dan niet handelend op te treden. Dit vergt de nodige tijd. Aan het IBL kleefde nog een ander principieel bezwaar. Het oplichten van de balk begint namelijk aan de uiteinden. In slechte weersomstandigheden als de contouren van de voorligger niet (goed) zichtbaar zijn, zullen bij matig remmen boven de twee standaard remlichten twee discrete lichtpunten verschijnen. Dit strookt niet met het opgebouwde verwachtingspatroon omdat slechts één lichtpunt het derde remlicht karakteriseert. Dit kan dus verwarring geven. Maar ook al zijn de weersomstandigheden goed, dan nog krijgt de volger bij matig remmen twee signalen aangeboden: twee kan



worden geassocieerd met een ernstiger vorm van waarschuwen dan één licht.

Principieel gezien is het juist vanuit het midden te beginnen met de aansturing van de lichtpunten en uit te breiden naar de zijkanten: het aangeboden signaal zal steeds als één licht worden waargenomen.

Verder kleven aan de hier genoemde systemen nog de nodige praktische bezwaren. Systeem 1 en 2 vergen de nodige aanpassing aan de layout van de achterlichtconfiguratie. Voor een goede werking van systeem 3 is een antiblokkeersysteem (abs) noodzakelijk, hetgeen (voorlopig) een brede invoering van het systeem belemmert.

#### 6.3.4. *Vroegtijdige en snellere signalering*

Naarmate de bestuurder van het volgende of naderende voertuig eerder informatie krijgt over de (voorgenomen) remmanoeuvre van voorliggers, is hij beter in staat te anticiperen.

De hoge plaatsing van het derde remlicht biedt het voordeel ten opzichte van de lager geplaatste standaard remlichten dat deze informatie via de achterraut vroegtijdig kan worden verkregen.

Er zijn nog diverse mogelijkheden bedacht voor een vroegtijdiger dan wel snellere informatie-overdracht. Maar de optimale oplossing lijkt nog niet gevonden.

##### *1. Advanced Braking Light Device (ABLD) ook Red Alert-system*

Bij het snel loslaten van het gaspedaal wordt een vroegtijdige activering van de remlichten verkregen. Geclaimd wordt een tijdwinst van ongeveer 0,3 s in vergelijking met het conventionele systeem.

#### **Discussie**

Door Schoon (1998) zijn over dit systeem drie studies beschreven: de eerste in 1988 in de VS, de tweede in 1989 in Frankrijk en de derde in 1996 in Israël. Later bleek dat in 1991/1992 door de Duitse Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, 1992) ook een studie is verricht.

Bij twee van de vier studies wordt melding gemaakt van de verhouding tussen gewenst signaal : vals alarm. Door de BASt wordt gesteld dat als deze verhouding 10 : 1 is, het systeem bevredigend werkt.

Deze verhouding is bij geen van de studies vastgesteld. Het Amerikaanse onderzoek komt als gemiddelde uit op 2 : 1 en het Duitse onderzoek maar liefst op 1 : 2 à 1 : 3. Daarnaast werd in het Duitse onderzoek vastgesteld dat het systeem soms niet werkte, terwijl dat wel zou moeten.

Wellicht zijn met betrekking tot het vals alarm technische verbeteringen denkbaar, bijvoorbeeld bij het loslaten van het gaspedaal door het uitfilteren van overschakelen en 'coasting' (het uitrijden).

Geconcludeerd kan worden dat zolang met het ABLD-systeem geen betere resultaten worden verkregen, het niet voor toepassing in aanmerking komt.

##### *2. Nieuwe typen lichtbronnen*

De traditionele wijze van informatie-overdracht via gloeilampen is relatief traag. Er zijn inmiddels nieuwe technieken op de markt of in ontwikkeling. De te bereiken lichtsterktes met LED's is de laatste jaren aanzienlijk toegenomen. Geclaimd wordt dat de LED's zowel recht van achteren als onder een hoek een betere lichtverdeling te zien geven dan conventionele verlichting. De inschakeltijd bedraagt enkele nanoseconden en is daarmee

aanzienlijk geringer dan de ca. 170 ms van de gloeilamp (Schulz, 1997). Flannagan & Sivak (1989) komen voor remlichten met conventionele gloeilampen zelfs uit op 250 ms om 90% van de maximale lichtintensiteit te bereiken.

*Neon-verlichting* wordt inmiddels al gebruikt bij het derde remlicht voor de after market (Geboers & Ligthart, 1997). Ook de neonbuis heeft een kortere oplichttijd dan de conventionele gloeilamp.

### **Discussie**

Bij de hiervoor vermelde oplichttijden van conventionele gloeilampen wordt (door de SWOV) voorsnag aangenomen dat deze waarden afkomstig zijn van puur lichttechnische metingen. Daarmee is nog niet gezegd dat bij waarneming met het menselijke oog met dezelfde vertragingstijden gerekend moet worden. Duidelijkheid hierover is nog gewenst.

#### 6.3.5. *Remsignalering van de voor-voorligger(s)*

Directe visuele informatie van de remmende voor-voorligger kan worden verkregen als de voor-voorligger over een derde remlicht beschikt.

Problemen hiermee blijven bestaan als:

- het derde remlicht een verkeerde positie heeft;
- de voorligger een bestel- of vrachtauto of een personenauto met een (hoge) aanhanger is.

Indien geen directe visuele informatie kan worden verkregen, is het wenselijk door middel van transmissie van signalen deze informatie wel te krijgen. Eén systeem is bij de SWOV bekend. Door middel van modificatie zou met dit systeem een andere vorm van signalering te realiseren zijn.

#### *Het (Nederlandse) Brake Alert systeem*

Bij dit systeem wordt een remsignaal van een voorligger via transmissie doorgegeven aan het achterop komend verkeer. Het is nog een theoretisch concept dat verder ontwikkeld moet worden.

### **Discussie**

Een aantal opmerkingen hierover:

- Het signaal mag alleen worden ontvangen door achteropkomende voertuigen op dezelfde rijstrook.
- Het signaal heeft hooguit de functie van een voorwaarschuwing en niet van een noodsignaal.
- Volgens de in dit rapport aangehaalde systematiek van signalering bij normaal en krachtig remmen zou ook via transmissie een signalering van normaal of krachtig remmen doorgegeven moeten worden.
- De vraag is over hoeveel auto's - of over welke afstand - de transmissie zich zou moeten uitstrekken
- Hoe gaat het systeem om met situaties waar een transmissie-signaal niet nodig of ongewenst is (langzaam rijdende file, wachten bij een verkeerslicht, etc.).

#### 6.3.6. *Signalering van stilstand op de rijbaan na remmen*

Uit de ongevalanalyse blijkt dat 20% van de kop-staartaanrijdingen het gevolg is van het inrijden op stilstaande voertuigen. Dit pleit voor aanvullende signalering op dit gebied.

### **Discussie**

Een oplossing is het continu laten branden van de remlichten bij stilstand, ook na het loslaten van het rempedaal. Dit idee is al lang uit de literatuur bekend maar nog nooit doorgevoerd. Over de effectiviteit is niets bekend. Waarschijnlijk zal dit middel de nodige irritatie teweegbrengen, vooral 's nachts.

## **6.4. Adequate signalering bij stilstand onder kritieke omstandigheden**

### **6.4.1. Probleemstelling**

Voertuigen kunnen een groot gevaar vormen als ze stilstaan op de rijbaan in situaties waar ze niet worden verwacht. De meest kritieke situatie is bij mist op wegen waar met grote snelheid kan worden gereden (autosnelwegen).

Teneinde het gevaar te reduceren, dienen in eerste instantie betrokken voertuigen zelf van adequate signalering te zijn voorzien. Ook zou door middel van radiografische transmissie aankomend verkeer gewaarschuwd kunnen worden.

### **6.4.2. Ontwikkelingen en/of vindingen**

#### *1. Knipperend rood licht*

Voor adequate signalering van ernstig gevaar op het voertuig zelf is de vraag wat voor soort signaal dit moet zijn en welke component van de achterlichtconfiguratie hiervoor het beste kan worden gebruikt. Op dit moment zijn de *amberkleurige knipperende* alarmlichten hiervoor bestemd. Diverse vindingen pleiten er voor *rood knipperend* te gebruiken (bijvoorbeeld de mistachterlichten).

### **Discussie**

Op zich is er iets voor te zeggen de kleur rood te gebruiken voor aanduiding van *ernstig* gevaar. De kleur amber is waarschijnlijk in de belevingswereld eerder een waarschuwingssignaal van een laag niveau dan van een hoog niveau. Denk hierbij aan wegwerkzaamheden waarbij het gebruik van oranje zwaailampen in zwang is geraakt. Ingeburgerd is inmiddels ook het gebruik van de amberkleurige knipperende alarmlichten bij het stilstaan op de vluchtstrook; dit in plaats van de gevarendriehoek.

Hier tegenover staat dat 'amberkleurig knipperend' in het verwachtingspatroon past; 'rood knipperend' moet worden aangeleerd. Verder zou het goed kunnen zijn dat amberkleurig knipperend náást rood continu brandend (van de positie- en remlichten) beter opvalt. (Laboratorium)onderzoek zou hier uitsluitsel over kunnen geven.

In geval van mist en bij toepassing van een twee-intensiteitensysteem, zouden in geval de mistachterlichten branden, de amberkleurige knipperende alarmlichten feller gaan branden.

#### *2. Het (Franse) Vigilant-systeem*

Bij mist en met hogere naderingssnelheden is visuele signalering op het voertuig zelf veelal niet voldoende. Als aanvulling hierop zou signalering via radiografische transmissie gerealiseerd kunnen worden zoals met behulp van het Vigilant-systeem.

Dit systeem met zenders en ontvangers in auto's voorziet in het waarschuwen van (aankomend) verkeer voor een ongeval of voor voertuigen die stilstaan op de rijbaan. De zender wordt automatisch geactiveerd in geval van een ongeval (bijvoorbeeld de overschrijding van een bepaalde voertuigvertragingswaarde), maar kan ook met de hand worden bediend. Ook passanten kunnen als ze een zender in hun auto hebben, het overige verkeer via de zender waarschuwen.

De ontvanger is een apparaat dat in naderende auto's akoestische en visuele signalen uitzendt. In de prospectus wordt aangegeven dat de reikwijdte wel een kilometer is, waarbij de signalen in de ontvangende auto zwakker worden naarmate de afstand groter is.

Een prototype is inmiddels al getest. Door het Franse Ministerie van Transport zou een evaluatie worden opgesteld. Deze evaluatie is de SWOV (nog) niet bekend.

### **Discussie**

Twee opmerkingen zijn te maken:

- Het signaal wordt ook ontvangen door automobilisten voor wie het niet relevant is; voor de autosnelweg geldt dit met name voor voertuigen op de andere rijbaan.
- Vanwege de grote kans op vals alarm zou de waarschuwing 'informerend' moeten zijn, dus zonder betekenis van een noodsignaal.

## **6.5. Veroudering en vervuiling van lampen**

### *6.5.1. Probleemstelling*

Uit de literatuur blijkt door veroudering en vervuiling de lichtintensiteit van de achterverlichting flink af te nemen.

Uit een Duits onderzoek (Schmidt-Clausen, 1985) blijkt dat met name de lichtintensiteit van remlichten aan veroudering onderhevig is. Met dit onderzoek werd vastgesteld dat na een periode van tien jaar de gemiddelde waarde van de onderzochte lichten nog slechts de helft bedroeg van de minimum-waarde zoals aangegeven in de voertuigeisen.

Een onderzoek van de Transport and Road Research Laboratory (Cobb, 1990) toonde de invloed van vervuiling en veroudering van de achterverlichting aan. Van willekeurig geselecteerde auto's bleek de lichtintensiteit van de helft van de auto's minder te zijn dan de minimum-waarde volgens de voertuigeisen, zelfs na het reinigen. Geen van de lampen was helderder dan de maximale waarde volgens de voertuigeisen. Wat de vrachtauto's betreft was de situatie nog aanzienlijk slechter.

Ook door de Universiteit van Michigan is een forse reductie (tot 37%) in de lichtintensiteit van de achterverlichting door vervuiling gemeten (Sivak et al., 1997). Dit werd al vastgesteld na een lange rit met een testauto.

### *6.5.2. Ontwikkelingen en/of vindingen*

In *Paragraaf 6.3.4* zijn reeds twee nieuwe typen lichtbronnen beschreven in verband met het verkorten van de opgløeitijd. Van zowel de *LED's* als de *neonbuis* wordt tevens geclaimd dat ze niet onderhevig zijn aan veroudering, waardoor geen sprake zou zijn van een teruggang in de lichtsterkte.

Dit zou er dan voor pleiten de traditionele gloeilamp te vervangen door deze nieuwe technieken.

Blijft nog wel de vervuiling van het lampglas. Onderzocht kan worden of door middel van aërodynamische vormgeving de invloed van vervuiling kan worden gereduceerd. Bij buitenspiegels bijvoorbeeld is vervuiling geen ernstig probleem. Maar misschien blijft voor de achterlampen de 'zaterdagse wasbeurt' de beste remedie.

## 7. Discussie

In deze discussie worden twee zaken aan de orde gesteld. Eerst de functie van de achterlichtconfiguratie met betrekking tot de reductie van het aantal achteraanrijdingen en vervolgens enkele voorstellen ter verbetering van de achterlichtconfiguratie.

### 7.1. Relatie achterlichtconfiguratie en reductie van het aantal achteraanrijdingen

Op basis van gedragsstudies (laboratoriumonderzoek en dergelijke) kan relatief eenvoudig worden vastgesteld dat het ene type signalering beter functioneert dan het andere. Maar of voorzieningen die goed scoren in een laboratoriumtest met proefpersonen, ook leiden tot minder ongevallen valt nauwelijks aan te tonen.

Aan de andere kant geldt ook dat bezwaren tegen huidige voorzieningen en nieuwe bevindingen moeilijk hard te maken zijn met betrekking tot verkeersveiligheidswinst die te boeken zou zijn.

In uitzonderlijke gevallen zijn ongevallenstudies mogelijk zoals blijkt uit het Amerikaanse onderzoek naar het derde remlicht (zie *Paragraaf 6.3.2*). Maar de interpretatie van uitkomsten bleek lastig te zijn en door de SWOV is vastgesteld dat de resultaten voor de Europese situatie nauwelijks geldigheid hebben (zie de inzet in *Paragraaf 6.3.2*).

Uit het bovenstaande kan worden afgeleid dat het eigenlijk niet goed mogelijk is vast te stellen of het nu goed of slecht is gesteld met de huidige achterlichtconfiguratie. Wel is aangetoond dat het aantal geregistreerde letselongevallen met achteraanrijdingen jaarlijks blijft toenemen, maar dit kan te maken hebben met de registratiegraad (de vrees op whiplash kan ertoe leiden dat betrokkenen een ogenschijnlijk lichte aanrijding door de politie laten registreren). De SWOV studeert nog op de verschillen met de ontwikkeling van ongevallen met alleen materiële schade.

Naast de registratiegraad zou een deel van de jaarlijkse stijging verklaard kunnen worden door de toename van congestie. De toename van het verkeer is natuurlijk erg gestegen en de volgafstanden nemen waarschijnlijk eerder af dan toe.

Het verminderen van het aantal achteraanrijdingen moet niet alleen gezocht worden in het optisch verbeteren van de achterlichtconfiguratie, maar ook (of juist) in de beïnvloeding van het rijgedrag (oplettendheid, snelheidsreductie, grotere volgafstanden), dan wel - op termijn - de toepassing van telematica zoals de Adaptive Cruise Control (ACC).

Bovenstaande neemt niet weg dat (op basis van uitkomsten van empirische gedragsstudie) verbeteringen aan de achterlichtconfiguratie ingevoerd kunnen worden. Hierbij moet altijd een duidelijk onderscheid gemaakt worden in twee typen aanpassingen:

- a. Betreft de verbetering een toevoeging ter versterking van een bestaande functie?
- b. Betreft de verbetering een toevoeging met een nieuwe betekenis?

In het eerste geval kan de invoering geleidelijk geschieden (beginnend met nieuwe voertuigen). We zagen dit met de invoering van het mistachterlicht en het derde remlicht. In het tweede geval is invoering van de toevoeging voor het gehele wagenpark noodzakelijk (retrofit). Als voorbeeld kan worden genoemd de invoering van een signaal voor krachtig remmen.

Decennia lang is op het gebied van de Europese regelgeving weinig gebeurd met wijzigingen van de achterlichtconfiguratie. Die wijzigingen die er zijn geweest, hadden betrekking op het versterken van een bestaand signaal (mistachterlicht, derde remlicht). Gezien het voorafgaande is deze terughoudendheid met betrekking tot aanpassingen van de Europese regelgeving begrijpelijk.

Binnen aanpassingen van het type a (alleen invoering nieuwe auto's) zijn er nog twee mogelijkheden om verbeteringen te realiseren:

- a1. aanpassing van de achterlichtconfiguratie binnen de huidige regelgeving (advies aan fabrikanten);
- a2. wijziging van de regelgeving (dit geldt dan wel als een verplichting voor nieuwe auto's, maar retrofit is niet nodig).

Aanpassing a2 kan direct worden gerealiseerd; als enkele grote fabrikanten de standaard zetten, wordt dit vaak opgevolgd. Aanpassing a1 vergt veelal een lang invoeringstraject.

Voor het toetsingskader (zie het volgende hoofdstuk) is een belangrijk checkpunt of we met aanpassing a1 of a2 van doen hebben dan wel aanpassing b.

Voor zowel aanpassing a2 als b willen we besluiten met een paar slotopmerkingen.

*Aanpassing a2.* De huidige terughoudendheid met betrekking tot wijziging van de reglementen dient gehandhaafd te blijven. Immers een eenmaal 'vergeven' signalering aan een bepaalde component kan later niet worden gewijzigd in de toekenning van een andere betekenis.

Achteraf kan worden opgemerkt dat met de invoering van het derde remlicht zelfs te weinig terughoudendheid is betracht. Onze inschatting is dat, als nu aan experts zou worden gevraagd welke functie zo'n derde remlicht het beste kan hebben -de huidige óf een signalering voor krachtig remmen - de meerderheid voor het tweede zal kiezen.

*Aanpassing b.* Mochten er goede argumenten zijn een nieuwe functie of component in te voeren die retrofit vereist, moet zo'n moment aangegrepen worden om de gehele achterlichtconfiguratie grondig te herzien. Zaken als integratie, standaardisatie, nieuwe technische ontwikkelingen (GPS, telematica) komen dan in zicht. Eer zo'n stap gezet kan worden, zal eerst (in Europees verband) aangetoond moeten worden dat verbeteringen aan de huidige achterlichtconfiguratie tot minder achteraanrijdingen leiden.

## 7.2. Voorstellen tot verbetering van de huidige achterlichtconfiguratie

In Hoofdstuk 6 zijn diverse voorzieningen onder de loupe genomen. Daar waar nodig is commentaar geleverd in de vorm van een 'discussie'. Hieruit kunnen diverse verbeteringen van de huidige achterlichtconfiguratie worden gedestilleerd. Met inachtneming van het gestelde in de vorige paragraaf komen we tot voorstellen tot verbetering die verband houden met de versterking van de huidige signalering. Dit betekent dat de wijzigingen geleidelijk kunnen worden ingevoerd zodat het oude wagenpark niet aangepast behoeft te worden. Bij elk onderdeel is aangegeven of wijziging van de regelgeving noodzakelijk is (verplichting), dan wel dat de implementatie binnen de huidige regelgeving mogelijk is (advies).

### *1. De verplichtstelling van twee mistachterlichten*

Er is nu nog de vrijheid in de keuze van één of twee mistachterlichten. Daar mistachterlichten in feite dezelfde functie vervullen als positielichten, zijn twee lichten noodzakelijk. Met name tijdens mist is de afstand tussen beide mistachterlichten belangrijk voor het kunnen schatten van de langsafstand tot de voorligger. Met de invoering van het derde remlicht is er nu minder gauw verwarring met betrekking tot het remsignaal.

→ wijziging huidige regelgeving

### *2. De invoering van een lichtsterkteregeling*

In de huidige situatie brandt elk licht binnen de achterlichtconfiguratie slechts met één bepaalde lichtintensiteit die toereikend moet zijn onder zeer sterk variërende lichtomstandigheden (overdag, 's nachts, bij mist). Met name bij mist is de lichtsterkte van de signaleringslichten (remlichten) te gering in vergelijking met die van mistachterlichten. De voorkeur gaat ernaar uit de lichtintensiteit te variëren met de omgevingsverlichting door middel van adaptieve regelingen.<sup>8</sup>

→ advies binnen de huidige regelgeving

### *3. Het in werking laten treden van de alarmlichten bij een noodstop*

In de huidige situatie is er qua signalering geen enkel verschil tussen licht remmen en een noodstop. De alarmverlichting wordt nu reeds op autosnelwegen herkend als attentering. Alarmlichten in combinatie met brandende remlichten geven een versterking van het remsignaal bij een noodstop.

→ advies binnen de huidige regelgeving; een aanpassing van de knipperfrequentie lijkt gewenst

### *4. Na stilstand bij een noodstop blijven de alarm- en remlichten in werking*

Dit is een aanvulling op hetgeen onder punt 3 is voorgesteld: als na de uitvoering van een noodstop het voertuig tot stilstand komt, blijven de alarm- en remlichten in werking.

De voorkeur gaat ernaar uit dat stilstand in een kritieke situatie altijd automatisch wordt gesignaleerd (dus ook na stilstand als er geen noodstop aan vooraf is gegaan). De verwachting is dat als de voorgestelde regeling bij een noodstop is ingevoerd, automobilisten vaker handmatig de alarmlichten aan zullen zetten (zoals nu ook al regelmatig gebeurt).

→ advies binnen de huidige regelgeving; een aanpassing van de knipperfrequentie lijkt gewenst

Voor de vier voorstellen geldt dat ze een versterking ten opzichte van de huidige verlichting en alarmering vormen. In geen van de gevallen is dus retrofit noodzakelijk. Indien het toetsingskader van het volgende hoofdstuk op de voorstellen wordt toegepast, wordt de versterking ten opzichte van de huidige situatie inderdaad onderschreven.

De voorstellen 2 t/m 4 zijn nog conceptueel van aard. Ze moeten nog worden omgezet in een uitvoeringsvorm. Pas dan kan met behulp van het toetsingskader een volledige beoordeling worden gegeven.

Als aandachtspunt voor autofabrikanten willen we verder nog meegeven dat een logische opbouw van de achterlichtconfiguratie de voorkeur heeft. Een

<sup>8</sup> Indien we de strekking van voorstel 1 en 2 combineren, komen we verder uit op het combineren van het positielicht en het mistachterlicht tot één licht in één behuizing. Dit vergt echter wel aanpassing van het lensstelsel en dus ook van de regelgeving.



gestandaardiseerde opstelling van de drie hoofdcomponenten schept duidelijkheid: boven het remlicht, in het midden het knipperlicht en onder het positielicht. Zo'n opstelling kan binnen de huidige regelgeving worden gerealiseerd.

Als aandachtspunt voor vrachtautofabrikanten pleiten we voor een gestandaardiseerde opstelling van vier positielichten: twee aan weerszijden op de hoekpunten en twee daar tussen op een personenautobreedte-afstand.

## 8. Toetsingskader verkeersveiligheid

Ingrijpen in een regelsysteem dat ogenschijnlijk goed voldoet en voor een belangrijk deel beantwoordt aan het reeds jarenlange opgebouwde verwachtingspatroon, dient niet lichtvaardig te geschieden.

Nieuwe vindingen dienen dan ook kritisch te worden beschouwd.

Zoals hiervoor is geschetst, kan zelden de effectiviteit van een nieuwe vinding in termen van ongevalsreductie worden aangetoond. We zullen hiertoe moeten terugvallen op beoordelingen van experts die kennis hebben van gedragsstudies. Daarnaast zijn er tal van (lichttechnische) zaken die gecontroleerd moeten worden. Aan de hand van een probleem-analyse en een checklist voor de optische beoordeling kan zo'n toetsing worden vergemakkelijkt.

### 8.1. Probleemanalyse

Een aantal basisvragen ligt ten grondslag aan de analyse van een probleem. Met een vinding wordt veelal beoogd in te spelen op risicovolle situaties bij de uitoefening van de rijtaak in een volg- en naderingssituatie. De ongevalanalyse van Hoofdstuk 3 kan behulpzaam zijn bij het kwantificeren van de probleemomvang. Het beoogde doel van een vinding zal veelal de vermindering van het aantal achteraanrijdingen zijn.

Onderstaande probleemanalyse richt zich op de risicovolle situaties waarop de vinding betrekking heeft.

1. Welke risicovolle situaties zijn te onderscheiden?
2. Wat is de omvang en ernst van de risicovolle situaties in termen van het aantal slachtoffers dat jaarlijks valt (zie bijvoorbeeld de ongevalsanalyse van Hoofdstuk 3)?
3. Wanneer en waar is sprake van de risicovolle situatie?
4. Wie zijn hierbij betrokken?
5. Is er (in het verleden) onderzoek gedaan naar dit risico?

### 8.2. Toetsingslijst ter beoordeling van de vinding

Met de onderstaande lijst kan een nieuwe vinding worden getoetst op functie en regelgeving.

1. Kunnen met de vinding de beoogde risicovolle situaties worden gereduceerd?
2. Is de gekozen oplossing consistent met andere functies?
3. Is combinatie met andere functies mogelijk?
4. Hoe worden (door experts) de optische kwaliteiten beoordeeld en worden er ook negatieve bijwerkingen verwacht (zie *Paragraaf 8.3*)?
5. Kan de oplossing gevonden worden langs een andere weg (bijvoorbeeld gedragsbeïnvloeding, telematica toepassingen)?
6. Betreft het een versterking van een van de huidige functies (6a) of betreft het een nieuwe functie (6b)?

#### 6a. Versterking van een van de huidige functies:

- Kan volstaan worden met een geleidelijke invoering (geen retrofit)?
- Is wijziging van regelgeving nodig?
  - \* het past in de huidige regelgeving → geen wijziging nodig
  - \* het past niet in de huidige regelgeving → wijziging nodig

6b. Het betreft een nieuwe functie:

- Wijziging van de regelgeving is noodzakelijk.
  - Wordt er een bestaand component gebruikt?  
NEE → retrofit is waarschijnlijk niet noodzakelijk  
JA → retrofit is waarschijnlijk noodzakelijk
7. Als geleidelijke invoering mogelijk is (zie 6a), betreft het dan alleen nieuwe voertuigen of is vrijwillige invoering voor het bestaande park ook voorzien of wenselijk?
  8. Zal de gekozen oplossing toekomstige ontwikkelingen in de weg staan (nieuwe toedeling functies, ontwikkelingen op het gebied van Intelligent Transport Systems)?

### 8.3. Checklist ter beoordeling van optische aspecten

Punt 4 van de toetsingslijst gaat over de optische kwaliteiten en negatieve bijwerkingen van de vinding. Onderstaande checklist kan worden gehanteerd om op deze aspecten te toetsen. Het gaat hier om een voorselectie; de feitelijke beoordeling zal moeten worden verricht door experts (expert guess) en/of volgen uit (laboratorium)onderzoek en veldstudies.

- 1) In welke mate heeft de vinding een positieve, neutrale dan wel negatieve invloed op de detecteerbaarheid (het kunnen waarnemen van het voertuig) en de herkenbaarheid (de identificatie van de voertuig-categorie)? Hierbij moet onderscheid gemaakt worden naar lichtomstandigheden en situaties waarop de vinding betrekking heeft.
- 2) Hoe is het gesteld met de mogelijkheid plaats, afstand en (relatieve) snelheid van het voertuig te bepalen?
- 3) Hoe is het gesteld met de onderscheidbaarheid / opvallendheid van met name de signaleringslichten?
- 4) Hoe is het gesteld met de relevantie van de door de vinding gegeven signalen? Hierbij moet onderscheid gemaakt worden in situatie-afhankelijke signalering dan wel algemene. Levert signalering valse posities dan wel valse negaties op?
- 5) Hoe is het gesteld met voorkoming van foutief gebruik, misinterpretaties, verwarring, irritaties?
- 6) Past de vinding in het streven naar standaardisatie?

## 9. Conclusies en aanbevelingen

### 9.1. Conclusies

Aandacht voor de achterlichtconfiguratie lijkt gerechtvaardigd vanwege de forse toename van het aantal *geregistreerde* kop-staart-letselongevallen. Over de laatste tien jaar is sprake van een verdubbeling. Echter bij de UMS-kop-staartongevallen (alleen materiële schade) zien we deze ontwikkeling niet terug. Door de SWOV wordt dit nader onderzocht; het vermoeden bestaat dat de toename van de registratie van dit type ongeval te maken heeft met (de vrees op) whiplash van betrokkenen.

Dit rapport bevat een ongevalanalyse die inzicht geeft in de omvang van de problematiek toegespitst op diverse kenmerken. De belangrijkste zijn:

- Kop-staartongevallen vinden vooral overdag plaats; buiten de bebouwde kom vinden nagenoeg evenveel letselongevallen plaats dan binnen de bebouwde kom.
- Buiten de bebouwde kom vinden absoluut gezien de meeste ongevallen plaats op de niet-autosnelwegen; op autosnelwegen vinden relatief gezien de meeste kop-staartongevallen plaats.
- De verdeling naar type aanrijding is:
  - achterop personenauto's die remden/stopten (62%);
  - achterop stilstaande personenauto's in file of bij verkeerslichten (20%);
  - achterop personenauto's die rijdend aan het verkeer deelnamen (11%).

Het blijkt dat het moeilijk is aan te tonen dat de huidige achterlichtconfiguratie qua verkeersveiligheid niet goed functioneert. Ook is het moeilijk vast te stellen of nieuwe vindingen aan ongevalsreductie zouden kunnen bijdragen. Uit de Europese regelgeving blijkt dan ook een terechte terughoudendheid door de jaren heen. In die gevallen dat de Europese eisen voor de achterlichtconfiguratie werden gewijzigd (het mistachterlicht, het derde remlicht), werd een nieuwe component toegevoegd ter versterking van bestaande functies. De voordelen waren dat de weggebruiker niets hoefde aan te leren en dat er geen kostbare retrofit-operatie uitgevoerd behoeft te worden. Een nadeel is dat zo'n nieuwe component voor een verdere inperking van de toepassing van nieuwe/andere signalen zorgt. Immers het derde remlicht bijvoorbeeld heeft nu de betekenis gekregen van een standaard-remlicht en kan in feite niet meer worden toegepast voor een ander signaal (bijvoorbeeld signaal voor krachtig remmen).

Daar er op dit moment te weinig evidentie is voor een grondige herziening van de achterlichtconfiguratie, komt de SWOV met een aantal voorstellen ter versterking van de huidige componenten (zie de aanbevelingen). Mocht (in Europees verband) aangetoond worden dat met de invoering van geheel nieuwe functies of componenten het aantal achteraanrijdingen kan worden gereduceerd, moet zo'n moment aangegrepen worden om de gehele achterlichtconfiguratie grondig te herzien. Zaken als integratie, standaardisatie, inspelen op nieuwe technische ontwikkelingen (GPS, telematica) komen dan in zicht.

De overheid en de SWOV worden regelmatig geconfronteerd met vindingen die achteraanrijdingen zouden helpen voorkomen. Voor de beoordeling

hiervan is een toetsingskader een nuttig instrument. Dit rapport verschaft zo'n toetsingskader. Het is gebaseerd op een theoretische beschouwing van de rijtaak in een volg- en naderingssituatie en op de beoordeling van recente vindingen.

Het toetsingskader bevat in de eerste plaats een checklist waarmee een probleemanalyse kan worden uitgevoerd. Naar aanleiding van deze analyse kan worden vastgesteld of de vinding inspeelt op de reductie van risicovolle situaties. Verder bevat het een lijst die kan worden gebruikt om een vinding te toetsen op functie en regelgeving. Tevens bevat het een checklist om te toetsen op de optische kwaliteiten en negatieve bijwerkingen.

Het toetsingskader benoemt enkele belangrijke aspecten waarmee ten minste rekening gehouden dient te worden:

- het opgebouwde verwachtingspatronen van automobilisten;
- de onderscheidbaarheid en opvallendheid van signaallichten onder diverse (licht)omstandigheden;
- voorkoming van foutief gebruik, misinterpretaties en irritaties;
- het beter benutten van bestaande componenten;
- toekomstige ontwikkelingen (integratie en telematicavoorzieningen);
- of sprake is van geleidelijke invoering (alleen nieuwe auto's) of van invoering voor het gehele park (retrofit).

## 9.2. Aanbevelingen

In dit rapport zijn diverse (nieuwe) voorzieningen beoordeeld aan de hand van een theoretische beschouwing en praktische situaties. Dit heeft geleid tot enkele voorstellen die erop zijn gericht de huidige functies van de achterlichtconfiguratie te versterken. Dit betekent dat het oude park niet aangepast hoeft te worden.

Eén voorziening kan direct worden ingevoerd (twee in plaats van een mistachterlicht); de drie andere zijn nog conceptueel van aard. Indien het toetsingskader op de voorstellen wordt toegepast, wordt de versterking ten opzichte van de huidige situatie in kwalitatieve zin onderschreven.

De voorstellen betreffen:

1. de verplichtstelling van twee mistachterlichten;
2. de invoering van een lichtsterkteregeling;
3. het in werking laten treden van de alarmlichten bij een noodstop;
4. het in werking blijven van de alarm- en remlichten na een noodstop.

Voor de autoindustrie liggen er nog twee aandachtspunten die te maken hebben met een logische opbouw van de achterlichtconfiguratie. Voor personenauto's gaat de voorkeur uit naar een gestandaardiseerde opstelling van het remlicht (boven), knipperlicht (midden) en positielicht (onder). Voor vrachtauto's gaat de voorkeur uit naar een gestandaardiseerde opstelling van de positielichten: twee aan weerszijden op de hoekpunten en twee daar tussen op een personenautobreedte-afstand.

De meeste van de hier genoemde aanbevelingen kunnen binnen de huidige regelgeving worden gerealiseerd. Ze zouden door fabrikanten als veiligheidsissue kunnen worden gebracht waarmee de invoering op vrijwillige basis wordt bevorderd.

## Literatuur

BASSt (1992). *Untersuchung eines Bremsvorwarnsystems*. Zeitschrift für Verkehrssicherheit. nr. 38, 1992..

Cobb, J. (1990). *Roadside survey of vehicle lighting 1989*. Research Report 290. Transport and Road Research Laboratory TRRL.

Flannagan, M. & Sivak, M. (1989). *An improved braking indicator*. International Congress Exposition, Detroit, Michigan, February 27-March 3, 1989. Warrendale, Pa., Society of Automotive Engineers, SAE Paper No. 890189.

Farmer, C.H. (1996). *Effectiveness estimates for center high mounted stop lamps:; a six-year study*. Accident Analyses & Prevention, Vol. 28.

Geboers, J. & Ligthart, F. (1997). *Neon lighting system for red and amber automotive signals..* Symposium PAL '97 'Progress in Automobile Lighting'. Darmstad University of Technology, September 23/24, 1997.

Gerhaber, M., Wermuth, G. & Barske, H. (1999). *Das Integral-Bremslicht IBL, ein wirksamer Beitrag zur Verminderung von Auffahrunfällen*. ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 101, nr. 10.

Kahane, C.J. & Hertz, E. (1998). *The long-term effectiveness of center high mounted stop lamps in passenger cars and light trucks*. Report DOT HS 808 696. National Highway Traffic Safety Administration USA.

Kampen, L.T.B, van (1998). *Whiplash: ontwikkelingen en preventie; De ontwikkeling van achteraanrijdingen, de technische preventie-mogelijkheden van whiplash-letsel en de rollen van diverse actoren*. A-98-7. SWOV, Leidschendam.

Moore, D.W. & Rumar, K. (1999). *Historical development and current effectiveness of rear lighting systems*. UMTRI-99-31. The University of Michigan, Transportation Research Institute.

Roszbach, R. (1974). *Verlichting en signalering aan de achterzijde van voertuigen*. Rapport ten behoeve van de BOWG 'Herkenbaarheid/Opvallendheid Voertuigen'. R-74-11. SWOV, Leidschendam.

Schmidt-Clausen, H.J. (1985). *Optimum luminances and areas of rear-position lamps and stop lamps*. In: 10th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Oxford, England, July 1-4, 1985.

Schoon, C.C. (1998). *Literatuurstudie achterlichtconfiguraties; Een beknopt overzicht van de literatuur over achterverlichting en achterlichtconfiguraties*. R-98-39. SWOV, Leidschendam.

Schulz, J. (1997). *Performance and homogeneity of LED lamps*. Symposium PAL '97 'Progress in Automobile Lighting'. Darmstad University of Technology, September 23 / 24, 1997.

Sivak, M. et al. (1997). *Effects of realistic levels of dirt on light output of rear indicator lamp*. University of Michigan, June 1997.

Tromp, J.P.M. (1998). *Botsveiligheid van personenauto's, deel 1; Achteraanrijdingen en nekletsel*. R-98-27. SWOV, Leidschendam.





In de ECE-reglementen zijn de volgende minimale en maximale lichtsterktes geregeld. Niet nagegaan is in hoeverre deze waarden worden gedekt door de EG-richtlijnen voor EG-typegoedkeuringen. Daar de EG-richtlijnen de ECE-reglementen volgen, zijn in het kader van dit literatuur-overzicht de ECE-reglementen relevanter.

---

### **R6 Richtingaanwijzers achter**

Min. - max. lichtsterktes: 50 - 350 cd (suppl. febr. 1996).

### **R7 Achterlichten**

Min. - max. lichtsterktes: 4 - 12 cd (suppl. febr. 1996).

### **R7 Remlichten**

Min. - max. lichtsterktes: 60 - 185 cd (suppl. febr. 1996; voor remlichten in de dagsituatie: 130-520; in de nachtsituatie: 30-80).

### **R7 Derde remlicht**

Min. - max. lichtsterktes: 25 - 80 cd (suppl. febr. 1996).

### **R38 Mistachterlichten**

Min. - max. lichtsterktes: 150 - 300 cd; oppervlakte <140 cm<sup>2</sup> (suppl. febr. 1997).

---

