

# Effecten van hooggeplaatste remlichten

*Een vervolgstudie van de literatuur verschenen na 1984*

R-93-8

Ing. C.C. Schoon

Leidschendam, 1993

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

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

## Samenvatting

Dit rapport beschrijft het effect van hooggeplaatste remlichten op de verkeersveiligheid. Door de discussie over het voeren van motorvoertuigverlichting overdag (MVO) is de toepassing ervan weer actueel geworden. In de literatuurstudie die de SWOV in 1984 over dit onderwerp heeft uitgebracht, werd geconcludeerd dat er geen éénduidige conclusie viel te trekken dat hooggeplaatste remlichten een gunstige invloed op de verkeersveiligheid zouden hebben.

Inmiddels is meer kennis beschikbaar gekomen. In de Verenigde Staten is met ingang van 1 september 1985 verplicht gesteld dat op nieuwe personenauto's een hooggeplaatst (derde) remlicht aanwezig moet zijn. Verder is in diverse landen op kleinere schaal nader onderzoek verricht.

In Europees (ECE)verband is een procedure gaande hooggeplaatste remlichten voor nieuwe personenauto's verplicht te stellen.

Verder deed zich de vraag voor naar de stand van zaken ten aanzien van geavanceerde remlichtsystemen. Met deze systemen wordt beoogd dat bestuurders van achteropkomende voertuigen meer adequaat op remmanoeuvres van voorliggers worden geattendeerd.

Na de verplichte invoering in 1985 van hooggeplaatste remlichten in de Verenigde Staten is het effect aan de hand van een ongevalstudie onderzocht. De uitkomst was een reductie van 17% van het aantal achteraanrijdingen. Een herberekening door de SWOV kwam uit op 13%. Er bestaat echter twijfel over de betrouwbaarheid van deze cijfers vanwege enerzijds de impliciete aanname van het effect van het bouwjaar en anderzijds de verschillen van het effect van hooggeplaatste remlichten bij dodelijke ongevallen in twee verschillende jaren.

Welk effectpercentage voor Nederland zal gelden, is niet te voorspellen. Daarvoor liggen de effecten die in de verschillende Amerikaanse staten zijn gevonden te ver uiteen (effecten van 7% tot 24%). Verder is de achterlichtconfiguratie van Europese auto's anders dan die van Amerikaanse.

Het effect van hooggeplaatste remlichten overdag bij brandende achterlichten (voeren van MVO) is bepaald op grond van de resultaten van laboratoriumstudies. Aangezien de werkelijkheid met dergelijke studies slechts bij benadering kan worden gesimuleerd, is alleen iets over de richting van het effect aan te geven. Er zijn aanwijzingen dat een hooggeplaatst remlicht effect heeft als rem- en achterlichten in één behuizing zijn ondergebracht en/of de lichtintensiteit tussen beide lampen gering is.

Er is behoefte aan studies die de 'werking' van remlichten met betrekking tot achterliggers beter onderbouwen. Dit kan leiden tot een aanpassing van de gehele achterlichtenconfiguratie. Beoogde functies van de meer geavanceerde remlichtsystemen moeten hiervan deel uitmaken. Incidentele toepassing van geavanceerde remlichtsystemen die momenteel op de markt worden gebracht is niet gewenst vanwege het ontbreken van uniformiteit.

Als conclusie wordt getrokken dat er wellicht ook voor Nederland een positief effect van hooggeplaatste remlichten te verwachten is. Verplichtstelling of verbieden van hooggeplaatste remlichten wordt niet aanbevolen.

## Summary

### **The impact of high-mounted stop lamps**

*A study of research carried out since 1984*

This report describes the impact of high-mounted stop lamps on road safety, which has become an issue again as a result of the current debate about day time running lights.

SWOV first examined various studies on this subject in 1984. At the time SWOV found that it could not be stated unequivocally that high-mounted stop lamps had a favourable impact on road safety. Since then more information has become available. On 1 September 1985 the United States made it compulsory to fit new passenger cars with a high-mounted (third) stop lamps. In addition, further studies were carried out on a smaller scale in various countries. Within Europe, the process has been started to make high-mounted stop lamps an obligatory feature for new passenger cars. Questions have also been asked about advanced stop light systems. These systems aim to make drivers more aware of the braking manoeuvres of the cars in front of them.

After high-mounted stop lamps became obligatory in the United States in 1985, a study was made of their effect on accidents. It found that there had been a 17% reduction in the number of rear collisions. When SWOV recalculated the figures, it found the reduction to be 13%. However, the reliability of these figures has come under doubt, because of the implicit assumption of the effect of the model year on the one hand, and the variations in the impact of high-mounted stop lamps on fatal accidents in two different years on the other.

It is impossible to predict the impact in the Netherlands in percentage terms. This is firstly because the effect of the compulsory introduction of high-mounted stop lights varied greatly between the various American states (results vary from 7 to 24%, according to American figures). Secondly, the rear light configuration of European cars is different from that of American vehicles.

Laboratory tests were used to calculate the effect of high-mounted stop lamps in a scenario where rear lamps were left permanently switched on during the day. Given that such studies can only provide an approximate simulation of reality, then the results could indicate rough general tendencies only. There are indications that high-level brake lights would have an effect in cases where stop and rear lamps are located in one fitting and/or where the difference in the brightness of both lamps is small.

More research is necessary in order to obtain a better understanding of the way brake lights 'function' in the car-following situation. This could lead to an adaptation of the entire rear light configuration. The functions aimed for by the more advanced brake light systems must be included in such research. The random use of the advanced brake light systems currently on the market is not desirable, due to the lack of uniformity: this could lead to confusion in traffic situations.

In conclusion, high-mounted stop lamps would probably have a positive impact in the Netherlands. Neither compulsory introduction nor prohibition of high-mounted stop lamps was recommended.

# Inhoud

## *Voorwoord*

1. *Inleiding*
  - 1.1. Resumé eerste literatuurstudie SWOV
  - 1.2. Studies verschenen na 1984
2. *Evaluatiestudie uitgevoerd in de Verenigde Staten*
  - 2.1. Amerikaanse evaluatiestudie
  - 2.2. Herberekening van de reductie door het IZF
  - 2.3. Beoordeling van de Amerikaanse evaluatiestudie door de SWOV
3. *Overige recente studies*
  - 3.1. Ongevallenonderzoek
  - 3.2. Laboratoriumonderzoek
  - 3.3. Veldstudie
  - 3.4. Bevindingen aangaande de werking van hooggeplaatste remlichten
4. *Onderzoek naar de totale achterlichtenconfiguratie*
5. *Discussie*
  - 5.1. Reductie van het aantal achteraanrijdingen
  - 5.2. Relatie met MVO
  - 5.3. Onderzoek naar de achterlichtenconfiguraties
6. *Conclusies*

## *Literatuur*

## *Bijlagen 1 t/m 3*

## Voorwoord

In 1984 is door de SWOV een literatuurstudie uitgebracht over het effect van één of twee extra hooggeplaatste remlichten bij personenauto's (Mulder, 1984). De conclusie van deze studie was dat er geen eenduidige conclusie viel te trekken dat hooggeplaatste remlichten een gunstige invloed op de verkeersveiligheid zouden hebben. Deze uitspraak was voornamelijk gebaseerd op resultaten van onderzoek uitgevoerd in de Verenigde Staten en Duitsland waar sprake was van incidentele invoering van hooggeplaatste remlichten. Opmerkelijk was dat de resultaten uit beide landen elkaar tegenspraken.

Door de discussie over het voeren van motorvoertuigverlichting overdag (MVO) is de toepassing van een hooggeplaatst remlicht weer actueel geworden. De gedachte is dat door het branden van beide achterlichten overdag de opvallendheid van remlichten wordt verminderd. Een extra (hooggeplaatst) remlicht zou deze opvallendheid kunnen verbeteren. Inmiddels is men er in de Verenigde Staten toe overgegaan op nieuwe personenauto's vanaf 1 september 1985 de aanwezigheid van een hooggeplaatst (derde) remlicht verplicht te stellen. Recent zijn resultaten van een evaluatiestudie gepubliceerd. In Duitsland geldt nog steeds dat het gebruik van hooggeplaatste remlichten is toegestaan. Recente onderzoekresultaten van Duitsland zijn evenwel niet bekend.

Een aantal jaren loopt reeds in Europees (ECE)verband een procedure hooggeplaatste remlichten voor nieuwe personenauto's verplicht te stellen. Een dergelijk procedure heeft een looptijd van zeker 4 à 5 jaar.

Momenteel trachten fabrikanten meer of minder geavanceerde remlichtsystemen op de markt te brengen. De idee achter deze systemen is dat bestuurders van achteropkomende voertuigen meer adequaat op remmanoeuvres van voorliggers worden geattendeerd. De volgende systemen kunnen worden genoemd: remlichten gaan reeds branden als het gaspedaal snel wordt losgelaten; een signalering voor hard en zacht remmen; het verlengen van de brandtijd van de remlichten dan wel het inschakelen van de alarm-knipperlichtinstallatie in een noodsituatie.

In het licht van bovenstaande ontwikkelingen heeft dit rapport tot doel vast te stellen of het standpunt van de SWOV van 1984 herziening behoeft. De diverse onderzoekresultaten van laboratorium- en veldstudies over hooggeplaatst remlichten die in de jaren na 1984 zijn gepubliceerd, zullen tevens in dit rapport worden opgenomen. Over de geavanceerde remlichtsystemen zal in zijn algemeenheid een oordeel worden gegeven.

De tot standkoming van dit rapport is mede mogelijk gemaakt door de jaarlijkse bijdrage van de Nederlandse Vereniging van Automobielaassureurs NVVA.

# 1. Inleiding

## 1.1. Resumé eerste literatuurstudie SWOV

In de literatuurstudie van de SWOV (Mulder, 1984) wordt uitgebreid op Amerikaanse en Duitse ongevallenstudies ingegaan. De onderzoeken die in de jaren 1978 t/m 1982 in de Verenigde Staten zijn uitgevoerd, betroffen studies met selecte groepen voertuigen (onder meer taxi's) die speciaal met één of twee hooggeplaatste remlichten waren uitgerust. Bij de diverse voertuigparken werd een afname van ca. 50% van het aantal achteraanrijdingen gevonden.

In de Bondsrepubliek Duitsland hadden de studies van 1983 betrekking op onder meer een ongevallenonderzoek in een periode waarin het voeren van twee hooggeplaatste remlichten was toegelaten en ongeveer 5% van het personenautopark ervan was voorzien. Er werd hoegenaamd geen positief effect op de verkeersveiligheid vastgesteld. Dit was de reden dat in Duitsland geen aanleiding werd gezien tot verplichting over te gaan, maar evenmin om tot instelling van een verbod over te gaan.

In de eerste literatuurstudie van de SWOV is een aantal redenen genoemd waarom het in de Verenigde Staten vastgestelde hoge percentage niet voor de Nederlandse (en Europese) situatie behoeft te gelden. In de eerste plaats betrof het hier relatief kleine groepen voertuigen die zich naar aard onderscheiden van het overige verkeer. Een andere verklaring zou het verschil in rijgedrag tussen Nederlandse (Europese) en Amerikaanse automobilisten kunnen zijn: het snel met korte volgfstanden rijden tegenover het minder snel rijden bij het 'keep your lane system'. Ook is het verschil in achterlichtenconfiguratie genoemd: Amerikaanse personenauto's hebben doorgaans één achterlichtunit waarin diverse functies zijn ondergebracht, terwijl bij de meeste Europese auto's meer functies gescheiden zijn.

## 1.2. Studies verschenen na 1984

In september 1985 is in de Verenigde Staten de aanwezigheid van één hooggeplaatst remlicht op nieuwe personenauto's verplicht gesteld. Het effect van deze maatregel is op basis van de ongevallencijfers van 1987 onderzocht.

In Nieuw Zeeland is in 1988 een ongevallenstudie met personenauto's van fleet-owners uitgevoerd.

Verder zijn na 1984 diverse laboratoriumonderzoeken en veldstudies verricht waarbij aan de hand van reactietijdmetingen het effect van hooggeplaatste remlichten is bepaald.

Het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO (IZF) is in een literatuurstudie uitgebreid ingegaan op de recente Amerikaanse evaluatiestudie naar aanleiding van de verplichtstelling van hooggeplaatste remlichten. Met een herberekening komt het IZF op een beduidend lager effect van het hooggeplaatste remlichten dan de Amerikaanse onderzoeker.

Gezien het belang van de Amerikaanse evaluatiestudie - ca. 25% van de voertuigen was in de Verenigde Staten uitgerust met een hooggeplaatst remlicht - en het verschil in inzicht tussen de Amerikaanse onderzoekers en het IZF, wordt in het volgende hoofdstuk uitgebreid op deze evaluatie-

studie ingegaan. In Hoofdstuk 3 worden de overige recente studies behandeld.



## 2. Evaluatiestudie uitgevoerd in de Verenigde Staten

In september 1985 is in de Verenigde Staten de aanwezigheid van één hooggeplaatst remlicht op nieuwe personenauto's verplicht gesteld. Hierna zijn twee evaluatiestudies uitgevoerd (Kahane, 1987, 1989). De eerste voorlopige resultaten van de studie van 1987 - toen nog relatief weinig auto's van hooggeplaatste remlichten waren voorzien - gaven een positief effect van 22%. De tweede studie van 1989 is gebaseerd op een periode van één jaar waarin ca. 25% van de voertuigen waren voorzien van hooggeplaatste remlichten. De laatst genoemde studie is onderwerp van dit hoofdstuk.

### 2.1. Amerikaanse evaluatiestudie

Voor het vaststellen van het effect van hooggeplaatste remlichten zijn over 1987 de gegevens van 11 staten in de Verenigde Staten geanalyseerd (Kahane, 1989). De onderzoeker merkt op dat de staten geografisch en demografisch gezien een goede spreiding vertonen.

Het is gebruikelijk bij evaluatiestudies ongevallencijfers in de periode ná de invoering van een maatregel te vergelijken met de periode er voor. In de betreffende studie heeft men echter van één kalenderjaar (1987) de ongevallencijfers van voertuigen met verschillende bouwjaren met elkaar vergeleken: bouwjaren 1980 t/m 1885 (geen hooggeplaatste remlichten) versus 1986 en 1987 (wel hooggeplaatste remlichten). Hierbij zijn de voertuigen met achterschade vergeleken met de voertuig van overige aanrijdingen. Dit geeft de volgende matrix:

Type auto	Aantal voertuigen met schade	
	achter	overige schade
Zonder hooggeplaatste remlichten	A	B
Met hooggeplaatste remlichten	C	D

Het aantal voertuigen met overige schades wordt bij deze evaluatie als controlegroep gebruikt. Voor de bepaling van het effect van de maatregel wordt de reductie van het aantal voertuigen met achterschade ten gevolge van de invoering van de maatregel uitgedrukt in:

$$\text{Reductie} = 1 - \{(C/A) / (D/B)\} \quad (1)$$

Als de bouwjaren onderling worden vergeleken is het wel van belang na te gaan of de variabele 'bouwjaar' afhankelijk van de variabele 'type aanrijding' is. Mocht dit het geval zijn, dient gecorrigeerd te worden.

In de Amerikaanse studie is in eerste instantie de berekening uitgewerkt voor de voertuigen uit de staat Florida. In onze beschrijving wordt deze lijn gevolgd. In de nu volgende tabel zijn voor het jaar 1987 aantallen en aandeel voertuigen met achterschade per bouwjaar gegeven.

Bouwjaar voertuig	Aantallen voertuigen met schade:		Percentage voertuigen met achterschade van voertuigen met overige schade
	achter	overig	
1980	3514	13613	25,8%
1981	3615	13018	27,8%
1982	3535	12334	28,7%
1983	4013	13236	30,3%
1984	6122	18943	32,3%
1985	6517	19708	33,1%
1986	6883	22345	30,8%
1987	5667	17960	31,5%

Tabel 1. *Aantallen voertuigen met achter- en overige schade in de staat Florida in 1987 naar bouwjaar.*

Uit deze tabel blijkt dat naarmate het voertuig ouder is, het minder betrokken is bij achteraanrijdingen. Zonder nader op de oorzaken in te gaan, wordt dit gegeven door de Amerikaanse onderzoekers als vaststaand beschouwd. In par. 2.3 komen we hierop echter terug. De invloed van het bouwjaar heeft tot consequentie dat voor het leeftijdeffect gecorrigeerd moest worden.

De procedure die hierbij is gevolgd is dat voor alle afzonderlijke bouwjaren de reductie van het aandeel voertuigen met achterschade is berekend met behulp van formule (1). Bijvoorbeeld de auto's uit 1985 (geen hooggeplaatst remlicht) gaven een reductie van het aantal achteraanrijdingen van +7% ten opzichte van de auto's uit 1986 (wel een hooggeplaatst remlicht). Echter, auto's uit 1982 gaven ten opzichte van auto's uit eveneens 1986 een reductie van -7% (negatief effect!); dit omdat oude auto's minder bij achteraanrijdingen waren betrokken. Als alle berekende reducties tegen de ouderdom van de voertuigen worden afgezet, ontstaat een grafisch verband. Middels regressie-analyse is vervolgens een lineair verband bepaald tussen ouderdom auto (x) en reductie (y). Hierbij hebben de jongere bouwjaren 1984 en 1985 meer gewicht gekregen (factor 4) omdat "ze als meer belangrijk kunnen worden beschouwd". De regressie-analyse leverde de volgende vergelijking op:

$$y = 14,09 - 4,88x \quad (2)$$

De invloed van het bouwjaar op de reductie van het aantal voertuigen met achterschade kan worden geëlimineerd door de waarde voor de ouderdom van het voertuig (de x-waarde) in formule (2) op nul te stellen. De reductie (de y-waarde) bedraagt dan 14,09% (afgerond 14%).

N.B. In par. 2.3 komen we terug op de toekenning van meer gewicht aan de jongere bouwjaren.

Naast de correctie die voor het bouwjaar is toegepast, is nog op twee andere punten gecorrigeerd.

De tweede correctie betreft de invloed van de zogenaamde retrofit, de reeds voor de invoerdatum gemonteerde hooggeplaatste remlichten. Op basis van verkoopcijfers van losse remlichten heeft men berekend dat in

ongeveer 10% van de auto's van 1985 en ouder een hooggeplaatst remlicht was gemonteerd. Correctie van de hiervoor vastgestelde waarde voor de reductie van 14% levert bij benadering een gecorrigeerde reductie op van  $14 / 0,9$  is ongeveer 15,5%.

De derde uitgevoerde correctie betreft een nadere specificering van de relevante aanrijdingen in verband met de aanwezigheid van een hooggeplaatst remlicht. De berekening met formule (1) heeft als uitgangspunt het aantal voertuigen met achterschade. Echter, het aantal voertuigen met achterschade waarbij geen sprake was van remmen van de voorligger (bijvoorbeeld bij stilstaande voertuigen), is voor de effectbepaling van hooggeplaatste remlichten niet relevant. Uit eerder Amerikaans onderzoek was vastgesteld dat bij ca. 67% van de achteraanrijdingen sprake was van remmen van de voorligger. 33% van de achteraanrijdingen zijn dus niet relevant. Als hiervoor wordt gecorrigeerd, bedraagt de nieuwe reductiewaarde ongeveer  $15,5 / 0,67 = 23\%$ .

Zoals aangegeven heeft bovenstaande uitgewerkte berekening alleen betrekking op de staat Florida. Voor alle bij het onderzoek betrokken staten is dezelfde exercitie uitgevoerd met de volgende resultaten:

Florida	23%	Missouri	20%
Indiana	7%	Pennsylvania	24%
Louisiana	17%	Tennessee	16%
Maine	12%	Texas	12%
Maryland	11%	Utah	10%
Michigan	17%		

Tabel 2. *Reductie van de aantallen voertuigen met achterschade voor de 11 Amerikaanse Staten.*

Voor de bepaling van het gemiddelde voor alle staten is gewogen op basis van het aantal geregistreerde voertuigen per staat. Hiermee komt de gemiddelde reductie uit op 17%.

## 2.2. Herberekening van de reductie door het IZF

In de literatuurstudie van het IZF wordt uitgebreid aandacht aan deze evaluatiestudie besteed (Theeuwes, 1991). Het IZF betwijfelt of de Amerikaanse correcties ten aanzien van het leeftijdeffect en relevante achteraanrijdingen wel juist zijn. Het IZF heeft op twee punten een herberekening uitgevoerd:

1. De oudere bouwjaren (1980 t/m 1983) zijn achterwege gelaten met als argumentatie het bouwjaareffect te elimineren.
2. De correctie ten aanzien van het aantal niet-relevante achteraanrijdingen is direct verwerkt in Tabel 1 in plaats van het reductiegetal achteraf te corrigeren met 67% zoals Kahane heeft gedaan.

Ten eerste is met formule (1) door het IZF de reductie berekend door het gemiddelde van de bouwjaren 1986/1987 (voertuigen met het derde remlicht) te relateren aan het gemiddelde van de oudere bouwjaren 1984/85 (voertuigen zonder derde remlicht). Hierdoor wordt geen rekening gehouden met het bouwjaareffect. Het resultaat van deze herberekening is dat de

reductie van het aantal voertuigen met achterschade voor de staat Florida nu slechts 4,9% bedraagt (Kahane berekende 23%) en voor alle staten als gemiddelde 3,6% (Kahane: 17%).

Ten tweede heeft het IZF met de herberekening het aantal voertuigen met achterschade (zie Tabel 1) met 33% verlaagd en het aantal voertuigen met overige schade met 33% verhoogd. Uit formule (1) blijkt dat dit totaal geen effect heeft: de verhoudingsfactor A/C verandert geheel niet en B/D slechts in geringe mate. Een correctie met absolute aantallen was juist geweest.

Gesteld moet worden dat de eerste herberekening door het IZF het effect slechts ten dele berekent en de tweede geen invloed op het effect heeft.

De SWOV heeft het IZF met haar opvattingen over de Amerikaanse berekeningswijze en de door hun toegepaste correctie geconfronteerd. Hierop kwam de volgende reactie.

Ten aanzien van het bouwjaareffect: "Het IZF heeft wel degelijk rekening gehouden met het bouwjaareffect. Vanwege dit effect heeft het IZF de gegevens over 1980/1983 niet bij de analyse betrokken. Voor deze 'conservatieve' methode is gekozen omdat de lineaire extrapolatie zoals toegepast in de Amerikaanse studie niet te verdedigen valt omdat het onbekend is wat de oorzaak van het bouwjaareffect is."

Ten aanzien van de relevante typen aanrijdingen geeft het IZF de SWOV gelijk. Verder wordt gesteld: "Wanneer de juiste procedure wordt gevolgd, wordt de 'nationwide effectiveness' een factor 1,5 keer hoger, wat een 'effectiveness' geeft van 5,3%. De essentie van het betoog van het IZF wordt hiermee niet aangetast."

De invloed van het bouwjaareffect op de berekeningswijze van het effect van hooggeplaatste remlichten is groot. Wij gaan hier uitgebreid op in.

### 2.3. *Beoordeling van de Amerikaanse evaluatiestudie door de SWOV*

#### *1. Nadere beschouwing van het bouwjaareffect*

Met het verschijnsel dat er een afhankelijkheid is van het bouwjaar van de bij ongevallen betrokken personenauto's met het type aanrijding is de SWOV bekend. Een voorbeeld is de betrokkenheid bij ongevallen van jonge (mannelijke) bestuurders in oudere auto's (Van Kampen, 1988). Veelal zijn deze bestuurders vaker betrokken bij enkelvoudige ongevallen (obstakelongevallen e.d.). Over een relatie tussen bouwjaar en achteraanrijdingen is in Nederland echter niets bekend.

Wel zijn een aantal redenen te geven waarom oudere auto's minder vaak bij achteraanrijdingen zijn betrokken. Door het IZF wordt de onderregistratie van oudere voertuigen bij ongevallen genoemd; niet voor de hand ligt waarom dan specifiek de oudere auto's die bij achteraanrijdingen betrokken zijn minder zouden zijn geregistreerd.

Een mogelijke andere oorzaak is het verschil in gebruik van nieuwe vergeleken met oude auto's. Het is denkbaar dat de nieuwere auto's relatief meer in het zakelijk en woonwerkverkeer worden gebruikt. In verband met meer congestie tijdens de spitsuren met mogelijk relatief meer kop/staartbotsingen zou het aandeel achteraanrijdingen bij jongere auto's (in de Verenigde Staten) hoger kunnen liggen.

Nog twee kanttekeningen zijn hier op hun plaats. Het is denkbaar dat voor voertuigen met hooggeplaatste remlichten een niet gescheiden combinatie

van leeftijdeffect en remlichteffect optreedt; het één hangt van het ander af. Onderzoektechnisch ware het beter geweest als bijvoorbeeld twee jaar terug in de tijd de relatie tussen bouwjaar en aandeel achteraanrijdingen door de Amerikaanse onderzoeker onderzocht zou zijn. Dan had het pure leeftijdeffect vastgesteld kunnen worden.

De tweede kanttekening betreft de dodelijke ongevallen die een minder duidelijk verband te zien geven. Vanwege de hogere registratiegraad zouden deze cijfers enige houvast kunnen bieden. De percentages voertuigen met achterschade voor dit type ongeval zijn voor de jaren 1986 en 1987 gegeven in Tabel 3.

Bouwjaar voertuig	Percentage voertuigen met achterschade van voertuigen met overige schade (%)	
	1986	1987
1980	11,0	12,2
1981	11,6	15,2
1982	12,9	14,8
1983	15,1	13,2
1984	14,9	13,5
1985	12,9	13,5
1986	35,4??	13,2
1987		14,0

Tabel 3. *Overzicht van de dodelijke ongevallen in de Verenigde Staten naar bouwjaren voor de jaren 1986 en 1987.*

Afgezien van het merkwaardige percentage van het bouwjaar 1986 is het patroon voor de percentages in 1986 vergelijkbaar met dat van de hiervoor beschouwde ongevallen. 1987 vertoont echter om onbekende redenen dit patroon niet.

De cijfers die Kahane heeft gebruikt zullen nu nader worden geanalyseerd. In Tabel 1 (zie par. 2.1) is voor de staat Florida het aandeel voertuigen met achterschade gegeven. Voor 1980 bedroeg dit aandeel 25,8% oplopend tot 33,1% in 1985. Nagegaan is of dit zich in alle Amerikaanse staten in dezelfde mate voordoet. Daartoe is voor alle betrokken staten grafisch het aandeel voertuigen met achterschade uitgezet tegen de ouderdom van het voertuig (zie Bijlage 1). Het gemiddelde van alle staten is rechts-onder weergegeven. Hierbij vallen de volgende zaken op.

1. Hoewel er enkele fluctuaties zijn waar te nemen, geldt voor alle staten dat het aandeel voertuigen met achterschade toeneemt voor nieuwere auto's.
2. De daling van dit aandeel in 1986 ten tijde van de verplichtstelling van het hooggeplaatste remlicht is duidelijk waar te nemen.
3. Er is tussen de staten een groot verschil in het aandeel voertuigen met achterschade. Om twee extremen te noemen: in 1985 bedroeg dit aandeel in de staat Louisiana 30,4% en in Maryland 65,8%. Het gemiddelde voor alle staten ligt op 38,2%.
4. Het verloop van de curve van Florida komt erg sterk overeen met die van het gemiddelde van alle staten.

Dit cijfermateriaal toont een duidelijke relatie tussen het bouwjaar van voertuigen en het aandeel achteraanrijdingen. De fluctuaties tussen de diverse staten zijn niet direct verklaarbaar. Daarvoor ontbreekt kennis over de wijze van registratie en verschillen in voertuiggebruik per staat.

Ter vergelijking met de Amerikaanse cijfers zijn Nederlandse cijfers van 1991 uitgedraaid. Hiertoe is aandeel personenauto's met achterschade ten opzichte van personenauto's met overige schade bepaald (zie Bijlage 2). De cijfers hebben betrekking op letselongevallen, dit in tegenstelling tot de Amerikaanse cijfers die mede op u.m.s.-ongevallen zijn gebaseerd. Hoewel de cijfers niet direct met elkaar mogen worden vergeleken, valt toch op dat de verschillen groot zijn: Nederland 10,1% en de Verenigde Staten 35%.

Aangezien met het Nederlandse ongevallenbestand geen onderscheid naar het bouwjaar van voertuigen gemaakt kan worden, is dit cijfer het gemiddelde voor alle bouwjaren.

In Bijlage 2 is verder een uitsplitsing gegeven van het aandeel personenauto's met achterschade naar lichtgesteldheid en maximum toelaatbare snelheid op de weg. Het blijkt dat onder daglichtcondities de percentages achterschade wat hoger zijn dan tijdens duisternis. De verdeling naar maximum toelaatbare snelheid geeft een relatief groot aandeel ongevallen met achterschade op 100 en 120 km/uur-wegen te zien: ruim het viervoudige van dat op wegen met een lagere snelheidslimiet.

## *2. Andere berekeningswijze van het effect van de Amerikaanse maatregel*

De correctie voor het bouwjaareffect is door de Amerikaanse onderzoeker Kahane met behulp van een regressie-analyse uitgedrukt in:

$$y = 14,09 - 4,88x \quad (2)$$

De richting van deze lineaire functie is mede bepaald door een zwaarder gewicht aan de jongere bouwjaren toe te kennen. Waarom wordt niet duidelijk gemaakt.

Een meer inzichtelijke methode gaat uit van het grafisch verband tussen de bouwjaren en het aandeel voertuigen met achterschade (ten opzichte van de overige aanrijdingen). Voor de staat Florida is dit verband in Bijlage 3 gegeven (de dikke lijn in de bovenste grafiek). Duidelijk is de invloed van de maatregel voor het bouwjaar 1986 te zien. Vervolgens is middels regressie-analyse de beste fit (de dunne lijn) bepaald voor alleen de bouwjaren 1980 t/m 1985 (de bouwjaren vóór de invoering van de maatregel).

Als de bezwaren tegen de veronderstelde bouwjaarseffecten buiten beschouwing worden gelaten, is het waarschijnlijk dat de dunne lijn verder gestegen zou zijn - zoals is afgebeeld - als er in 1985 geen maatregel genomen zou zijn. Er is overigens slechts een geringe stijging waar te nemen: de waarde voor 1987 ligt alweer hoger dan die voor 1986. Dit betekent dat voor de bepaling van het effect van de maatregel in 1986 of 1987 de afstand tot de regressielijn genomen dient te worden. Er is voor gekozen het gemiddelde van de bouwjaren 1986 en 1987 te nemen.

In Bijlage 3 is aangegeven dat de reductie van het aandeel voertuigen 4,4 percentagepunten bedraagt. Door dit percentage vervolgens te relateren

aan het geëxtrapoleerde aandeel voertuigen met achterschade in 1986/1987, komt het effect van de maatregel (inclusief het bouwjaareffect) uit op 12,5% (Kahane: 14,1%, IZF: ca. 4%).

Voor het gemiddelde van alle 11 staten is deze grafische berekeningswijze opnieuw uitgevoerd (Bijlage 3, onderste grafiek). Het gereduceerde aandeel voertuigen ligt nu wat lager (overeenkomstig Kahane) en komt uit op 3,2 percentagepunten. Gerelateerd aan het aandeel voertuigen met achterschade in 1986/1987, bedraagt de reductie 8%.

N.B. Uit Bijlage 3 valt verder op te maken dat het toekennen van meer gewicht aan de jongere bouwjaren (zoals door de Amerikaanse onderzoeker is uitgevoerd) niet te verdedigen valt.

Als we voor de cijfers van de staat Florida de lijn van Kahane verder volgen, wordt het volgende resultaat verkregen.

Uitgaande van het door de SWOV berekende percentage van 12,5% wordt de reductie in verband met de invloed van de retrofit:  $12,5 / 0,9 = 13,9\%$  (Kahane: 15,4%).

Door vervolgens nog rekening met de relevante achteraanrijdingen te houden, wordt het effect:  $13,9 / 0,67 = 20,7\%$  (Kahane: 23%; IZF: 5%).

Dit percentage geldt alleen voor de staat Florida. De uitkomst voor het gemiddelde van alle staten kan worden afgeleid uit de vastgestelde reductie van 8% in de tweede afbeelding van Bijlage 3. Aangezien bij de totstandkoming van deze afbeelding de voertuigen van alle staten bij elkaar zijn opgeteld, behoeft geen weging aan de hand van het aantal geregistreerde voertuigen per staat plaats te vinden.

Het door de SWOV berekende percentage voor het effect van het gemiddelde van alle staten bedraagt dan:  $8,0\% / 0,9 = 8,9\% / 0,67 = 13\%$  (Kahane kwam uit op 17% en het IZF op 5,3%).

Geconcludeerd kan worden dat de SWOV-berekening enkele percentagepunten lager uitvalt dan het door Kahane berekende percentage. Twijfels bestaan over de betrouwbaarheid van het materiaal vanwege enerzijds de impliciete aanname van het effect van het bouwjaar en anderzijds de verschillen van het effect van hooggeplaatste remlichten bij de dodelijke ongevallen in 1986 ten opzichte van 1987 (zie de kanttekeningen in par. 2.3).

Bedacht dient te worden dat het percentage - hoe betrouwbaar dan ook - voor de Amerikaanse situatie geldt. In de discussie komt de vraag aan de orde welke waarde er voor de Nederlandse situatie aan gehecht kan worden.

### 3. Overige recente studies

Studies van voor 1984 zijn opgenomen in Mulder (1984). Deze zullen hier niet weer worden behandeld. In de discussie (Hoofdstuk 5) komen enkele onderzoekresultaten wel ter sprake.

#### 3.1. Ongevallenonderzoek

In Nieuw Zeeland is een onderzoek uitgevoerd dat vergelijkbaar is met de Amerikaanse fleetowners studies (McCormick & Allen, 1988). Van een park met 1786 personenauto's en stationcars van ziekenhuizen, locale en federale instanties werd 26% random geselecteerd en voorzien van een hooggeplaatst remlicht. De overige voertuigen dienden als controlegroep. Over een periode van een jaar is vastgesteld dat de experimentele groep 62% minder bij achteraanrijdingen was betrokken dan de controlegroep; een statistisch significante reductie. Van de voertuigen voorzien van een hooggeplaatst remlicht die wél bij een achteraanrijding waren betrokken, waren de reparatiekosten minder dan bij de voertuigen van de controlegroep. Over de typen achterlichtenconfiguratie van de betrokken voertuigen (Amerikaans versus Europees) wordt niets vermeld.

#### 3.2. Laboratoriumonderzoek

De 'remtaak' in verkeerssituaties is met behulp van laboratoriumstudies niet eenvoudig te simuleren vanwege de variabelen die hierbij een rol spelen: snelheid, volgafstand, verkeerssituaties, wijze van waarnemen van de remlichten. Met name het laatste punt geeft problemen: wordt in de periferie waargenomen dan wel direct. Getuige de volgende studies wordt door onderzoekers of voor het één dan wel voor het ander gekozen. In de praktijk zal het nooit of-of zijn, maar een combinatie die afhankelijk is van de verkeerssituatie.

De effecten van aan proefpersonen aangeboden remlichtsituaties kunnen worden vastgesteld door middel van het meten van de reactietijd en het aantal keren dat remsignalen worden gemist. De waarde van deze 'missings' is eigenlijk alleen relevant bij proeven waarbij in de periferie moet worden waargenomen.

Mulder (1984) geeft aan dat het positieve Amerikaanse effect wellicht te maken heeft met de niet-fysieke scheiding van de diverse lichten aan de achterzijde van personenauto's. Door het Engelse Transport and Road Research Laboratory (TRRL) is hiernaar in een laboratoriumonderzoek verricht (Meatyrd, 1988). De proefopstelling bestond uit een min of meer reële achterlichtenconfiguratie met de nodige variatiemogelijkheden. De proefpersonen moesten op remsignalen reageren (primaire taak) tijdens de uitvoering van een 'continuous tracking task' (secundaire taak). Doordat de proefpersonen continu met de tweede taak bezig waren, werden de lichtbeelden van de achterlichtenconfiguratie in de periferie waargenomen. Uit dit onderzoek bleek dat in de *nachtsituatie* de toevoeging van een derde remlicht aan het éénbehuizingssysteem een geringe afname van de reactietijd te zien gaf. Vreemd genoeg gaf de toevoeging van een derde remlicht aan het gescheiden behuizing een (geringe) verslechtering van de reactietijd. Tevens bleek dat twee hooggeplaatste remlichten iets gunstiger



reactietijden te zien gaven dan één hooggeplaatst remlicht. In de *dagsituatie* werd een vergelijkbaar beeld verkregen als in nachtsituatie, zij het dat de verschillen in reactietijden wat groter waren.

Enkele meer algemene resultaten van deze studie onderstrepen reeds bestaande kennis: een snellere reactie op het remlicht in de nachtsituatie vergeleken met de dagsituatie; een snellere reactie op het remlicht bij zwakke achterlichten ten opzichte van heldere; de scheiding van rem- en achterlichten is gunstig waarbij de laterale afstand niet meer hoeft te bedragen dan 10 cm.

Uit de resultaten blijkt dat in de dagsituatie op veel remsignalen helemaal niet werd gereageerd; met name bij een hoge lichtintensiteit van de achterlichten konden deze 'missings' oplopen tot 25%. In de nachtsituatie werd op een enkele uitzondering na hooguit 3% 'missings' geteld.

Door de Werkgroep Veiligheid van de Rijksuniversiteit Leiden is een simulatiestudie naar remlichten uitgevoerd, met een derde remlicht als variabele (Akerboom e.a., 1990). Proefpersonen dienden op een afstand van 90 cm naar een fixatiepunt op een beeldscherm te kijken. Vervolgens werden op een horizontale lijn ter weerszijden van het fixatiepunt lichtblokjes getoond waarmee rem- en achterlichten werden gesimuleerd. De intensiteit van deze lichten kon worden gevarieerd. Door te variëren in afstand tussen de linker en rechter lichtpunten, werd de afstand in de praktijk tot de voorligger gesimuleerd.

De tests zijn uitgevoerd met volgende vier verlichtingsconfiguraties: achterlichten (presentielichten) en remlichten in één behuizing, achterlichten en remlichten gescheiden en in combinatie hiermee wel en geen derde remlicht. Het derde remlicht werd gesimuleerd door het tonen van een lichtblokje op het fixatiepunt.

Gevonden is dat als de achterlichten en remlichten in één behuizing zijn ondergebracht de reactietijd met het derde remlicht nauwelijks verbetert als de remlichten een hoge intensiteit hebben. Is de intensiteit van de standaard remlichten daarentegen laag, is sprake van een aanzienlijke afname van de reactietijd. De winst van het derde remlicht is ook gering wanneer sprake is van gescheiden behuizing en remlichten met een hoge intensiteit.

In de situatie dat bestuurders direct met brandende achterlichten worden geconfronteerd, kan geen gebruik gemaakt worden van veranderingen in de lichtintensiteit. In de praktijk betekent dit dat als een bestuurder bijvoorbeeld even opzij heeft gekeken de voorligger in die tijd kan hebben geremd. De bestuurder wordt dan plots met brandende achterlichten geconfronteerd. Bij de simulatie van deze situatie bleek een hooggeplaatst remlicht een behoorlijke reductie van de reactietijd op te leveren.

Het experiment waarbij naast de primaire taak (reageren op remlichten) een secundaire taak uitgevoerd moest worden (het lezen van geprojecteerde letters) gaf een versterkende werking van een hooggeplaatst remlicht te zien.

Bij de discussie over motorvoertuigverlichting overdag (MVO) wordt door onderzoekers op basis van de experimenten gesuggereerd dat brandende achterlichten de snelheid van reageren op de remlichten doet afnemen. Verder wordt opgemerkt dat de resultaten niet direct generaliseerbaar zijn naar de praktijk. Terecht wordt de vraag gesteld of gevonden resultaten gehandhaafd blijven, wanneer naar een meer realistische situatie toegevoerd wordt. Als modificaties worden onder meer genoemd de toepassing

van een meer realistische dubbeltaak en een hogere projectie van het derde remlicht zodat een driehoekconfiguratie ontstaat.

### 3.3. Veldstudie

Door de Universiteit van Michigan is een veldstudie verricht naar het oogfixatiepunt van bestuurders tijdens het volgen van een voorligger. De oogmetingen zijn uitgevoerd in het stadsverkeer met snelheden tot 40 km/uur (Sivak e.a., 1986). Geconstateerd is dat de oogfixaties in hoofdzaak waren geconcentreerd op de omgeving van de achterraut van de voorligger. Sivak e.a. concluderen dat deze bevinding consistent is aan de hypothese dat bestuurders de neiging hebben door de achterraut van de voorligger te kijken ten einde informatie te verzamelen die verder naar voren ligt. Tijdens de ritten zijn maar weinig oogfixaties naar de lager gelegen standaard remlichten waargenomen. Vastgesteld wordt dat voor oogbewegingen in de buurt van de achterraut geringere verdraaiingen noodzakelijk zijn dan bijvoorbeeld voor van de achterraut naar de lager geplaatste standaard remlichten. Op grond van verschillen die tijdens het onderzoek tussen de diverse typen personenauto's zijn vastgesteld, waarschuwen Sivak c.s. voor de extrapolatie van de onderzoekresultaten naar de gehele populatie van personenauto's.

Franse onderzoekers hebben in een car-following experiment reactietijden en volgafstanden onderzocht (Liger e.a., 1989). Hierbij waren de personenauto's uitgerust met een hooggeplaatst remlicht of alleen met standaard remlichten. Voor wat betreft de reactietijden is geen significant verschil gevonden. Wel bleek dat de volgauto van de auto met een derde remlicht de voorligger bij het remmen minder dicht naderde dan de auto met de standaard remlichten. Dit was mede het gevolg van een grotere volgafstand in de beginsituatie.

McKnight & Shinar (1992) hebben bestelauto's en lichte vrachtauto's bij het onderzoek betrokken. Met een veldstudie is bij volgende bestuurders het verschil in reactietijd vastgesteld bij voertuigen al-dan-niet uitgerust met hooggeplaatste remlichten.

Geconcludeerd wordt dat een hooggeplaatst remlicht een zeer gering doch statistisch significant effect op de vermindering van de responstijd van de volgende bestuurders had (reductie slechts 0,09 sec.). Deze waarde is geringer dan bij personenauto's is gevonden. De onderzoekers stellen dat dit niet hoeft in te houden dat hooggeplaatste remlichten meer effect bij personenauto's hebben. Daartoe noemen zij bepaalde verschillen in de onderzoekopzet, alsmede de gewinning aan hooggeplaatste remlichten die nog geen rol speelde in de tijd dat het onderzoek met personenauto's werd uitgevoerd.

### 3.4. Bevindingen aangaande de werking van hooggeplaatste remlichten

Op basis van literatuuronderzoek geven McKnight & Shinar (1992) de volgende drie (theoretische) verklaringen aangaande de werking van hooggeplaatste remlichten:

1. Het hooggeplaatste remlicht zit in het gezichtsveld van de bestuurder.
2. De driehoekige opstelling van de standaard remlichten en het hooggeplaatste remlicht vergroot de attentiewaarde.
3. Het hooggeplaatste remlicht is een lichtbron die niet in de directe om

geving van de andere lichten (achterlichten, richtingaanwijzers, mistlichten) is geplaatst.

Andere onderzoekers noemen nog:

4. Het verkrijgen van een voorwaarschuwing als een hooggeplaatst remlicht door de achterraut van de voorligger wordt waargenomen.

Naar aanleiding van het afnemend effect gemeten bij ongevallenstudies in de Verenigde Staten geven diverse onderzoekers aan dat de positieve werking van het hooggeplaatste remlicht niet blijvend hoeft te zijn. Gewenning zou hiervan de oorzaak kunnen zijn.

## 4. Onderzoek naar de totale achterlichtenconfiguratie

In kringen van FERSI (Forum of European Road Safety Research Institutes) waarin de SWOV ook is vertegenwoordigd, is behoefte aan onderzoek naar de totale achterlichtenconfiguratie van personenauto's. De lichttechnische eisen (gespecificeerd in ECE- en EC-reglementen) zijn in geen jaren aangepast aan de technische ontwikkeling. In het onderzoek zou aan de volgende onderwerpen aandacht besteed moeten worden: dimensies van lichten, aantal lichten waaronder hooggeplaatste remlichten, afstand tot andere lichten, ontkoppelen van rem- en achterlichten, contrast tussen de lichten, kleur, lichtintensiteit mede in relatie met omgeving.

Specifieke aandacht zal besteed kunnen worden aan nieuwe ideeën en technieken:

- het 'advanced brake light device' (ABLD), een systeem dat de remlichten reeds laat branden zodra het gaspedaal snel wordt losgelaten;
- de signalering van hard en zacht remmen;
- remlichten van voertuigen uitgerust met een antiblokkeersysteem;
- het verlengen van de brandtijd van de remlichten na bijvoorbeeld een noodsituatie.

- het remdruk-alarm systeem. De werking van dit systeem is als volgt. Als bij een noodremmanoeuvre de remdruk in het remleidingcircuit een bepaalde in te stellen waarde overschrijdt, wordt automatisch de standaard aanwezige alarm-knipperlichtinstallatie ingeschakeld. Hiervan krijgt de bestuurder een acustisch en optisch signaal. Na het wegvallen van de remdruk blijft de knipperlichtinstallatie geactiveerd tot dat de werking handmatig ongedaan gemaakt wordt).

Het doel van een dergelijk onderzoek kan zijn te komen tot de ontwikkeling van een optimaal remlichtsysteem dat door de EC goedgekeurd kan worden.

## 5. Discussie

De in par. 3.4 gegeven verklaringen voor de werking van hooggeplaatste remlichten zijn aannemelijk: een hooggeplaatst remlicht bevindt zich dicht bij het gezichtsveld van de bestuurder, een driehoekige opstelling vergroot de attentiewaarde, geen aanwezigheid van andere lichten in de directe omgeving en het zogenaamde doorkijkeffect. Het is evenwel opmerkelijk dat deze verklaringen voor een groot deel zijn gebaseerd op veronderstellingen. Het onderzoek dat FERSI heeft aangekondigd voorziet in een nadere onderbouwing.

In dit rapport zijn de resultaten van vier typen onderzoeken besproken die in de eerste plaats tot een standpuntbepaling over het effect van hooggeplaatste remlichten voor de Nederlandse situatie moeten leiden. In de tweede plaats moet het effect van hooggeplaatste remlichten in relatie worden gebracht met het branden van achterlichten overdag (voeren van MVO). De typen onderzoeken zijn: laboratoriumonderzoeken, veldstudies, autoparkstudies en ongevallenonderzoeken.

Bij de eerste twee studies wordt het effect van hooggeplaatste remlichten uitgedrukt in de reactietijd. Direct effect in termen van reductie van het aantal achteraanrijdingen is hieruit niet af te leiden; wel de richting van eventuele effecten.

Autoparkstudies, het derde type, hebben een bijzonder karakter: het betreft hier voertuigen die bepaalde soorten ritten maken; tevens mag worden verondersteld dat de registratiegraad van ongevallen nagenoeg 100% is. Generaliseren van resultaten verkregen uit autoparkstudies naar landelijke ongevallencijfers is dan ook niet mogelijk.

Het laatste type, evaluatiestudies, zoals recent uitgevoerd in de Verenigde Staten zijn het meest waardevol. Een probleem vormt echter de vaststelling van de mate van geldigheid voor de Nederlandse situatie.

In het licht van het bovenstaande zal de Amerikaanse evaluatiestudie worden gehanteerd als basis voor de effectbepaling voor de Nederlandse situatie. Met betrekking tot MVO zijn de overige studies van nut voor de relatie met brandende achterlichten overdag.

### 5.1. Reductie van het aantal achteraanrijdingen

Ongevallenstudies binnen voertuigparken van fleetowners gaven hoge reductiepercentages van het aantal achteraanrijdingen ten gevolge van hooggeplaatste remlichten (VS: ca. 50% reductie; Nieuw Zeeland: ca. 60%). De Amerikaanse ongevallenstudie van 1989, uitgevoerd naar aanleiding van de verplichtstelling van hooggeplaatste remlichten in 1985, geeft in deze omvang hier geen bevestiging van. Wel wordt nog een reductie van het aantal achteraanrijdingen vastgesteld van 17%. Twijfel bestaat echter over de betrouwbaarheid van het materiaal. Enerzijds vanwege de impliciete aanname van het effect van het bouwjaar; het is denkbaar dat er een gecombineerd effect van bouwjaar en hooggeplaatst remlicht is opgetreden. Anderzijds vanwege de te constateren verschillen van het effect van hooggeplaatste remlichten bij de dodelijke ongevallen in twee verschillende jaren.

Hoewel de herberekening van het effect door de SWOV uitgevoerd lager

uitkomt (13% in plaats van 17%), geldt voor dit cijfer ook de twijfels aangezien de Amerikaanse ongevallencijfers zijn gebruikt.

De vraag is in hoeverre dit Amerikaanse effectpercentage van 13% voor de Nederlandse en Europese situatie houvast biedt. Gesteld kan worden dat er een belangrijk verschil is in werking tussen de lichten aan de achterzijde van de Amerikaanse en Europese voertuigen. Die werking moet vooral worden gezocht in de identificatie van signalen. Veelal is bij Amerikaanse voertuigen sprake van zowel rem-, achter- en knipperlichten in één behuizing, zonder kleurverschillen. Bij Europese personenauto's is sprake van een menging: zowel een combinatie van rem- en achterlichten als een scheiding. Daarnaast spelen ook mistachterlichten en alarmlichten een rol. De identificatie heeft in bepaalde situaties slechts betrekking op één signaal, anderzijds op diverse combinatiemogelijkheden. In zijn algemeenheid is de onderscheidbaarheid in de Amerikaanse situatie slechter dan in de Europese. Dit betekent dat in Nederland een minder groot effect van hooggeplaatste remlichten is te verwachten in vergelijking met het in de Verenigde Staten gevonden effect.

Een eerder in de Verenigde Staten uitgevoerde voorlopige evaluatiestudie gaf een hoger effect van hooggeplaatste remlichten te zien (Kahane, 1987). Mogelijk is sprake van gewenning. Gewenning heeft nog een andere schaduwzijde: de standaard remlichten van voertuigen die niet met een hooggeplaatst remlicht zijn uitgerust (bijvoorbeeld bestel- en vrachtauto's) vallen minder op. Hieraan zal extra aandacht besteed moeten worden. De wijze waarop in de Verenigde Staten de evaluatiestudie is verricht, geeft geen inzicht in de toename van het aantal achteraanrijdingen ten gevolge van gewenning. Hiertoe zullen ongevallen van kalenderjaren onderling moeten worden vergeleken.

In het SWOV-rapport van 1984 was de vraag ook al aan de orde waarom in het begin van de jaren tachtig in de Bondsrepubliek Duitsland nauwelijks effect van twee hooggeplaatste remlichten aangetoond kon worden. Het ligt niet voor de hand dit te wijten aan het feit dat in Duitsland twee in plaats van één remlicht wordt toegepast. Meatyard (1988) toonde in zijn laboratoriumstudie aan dat twee hooggeplaatste remlichten in de nachtsituatie een iets beter resultaat geven dan één hooggeplaatst remlicht. Overdag is er weinig verschil tussen één of twee hooggeplaatste remlichten. Sivak e.a. (1986) toonden in een veldstudie aan dat het oogfixatiepunt van de bestuurder van een volgauto op de linkerzijde van de achterrauit ligt. Een aldaar aangebracht hooggeplaatste remlicht is meer in de nabijheid van het oogfixatiepunt dan een centraal hooggeplaatst remlicht en zou dus effectiever kunnen zijn. Daarentegen is in de Verenigde Staten met een autoparkstudie aangetoond dat voertuigen met één ten opzichte van voertuigen met twee hooggeplaatste remlichten, een grotere reductie van het aantal achteraanrijdingen geven (Malone e.a., 1978).

Voor het feit dat in Duitsland geen effect (of zelfs een negatief effect) is gevonden, lijken twee redenen voor de hand te liggen. In de eerste plaats de wijze van registratie. In twee Duitse deelstaten had de politie de opdracht bij alle aanrijdingen de aanwezigheid van hooggeplaatste remlichten op het registratieformulier te vermelden. Omdat slechts ca. 5% van de personenauto's waren voorzien van dergelijke lichten, is het denkbaar dat

de registratie niet altijd is gebeurd of selectief is gebeurd (een overregistratie van voertuigen met hooggeplaatste remlichten). De andere verklaring kan aan het rijgedrag worden gekoppeld. In Duitsland dienden de automobilisten het hooggeplaatste remlicht zelf aan te schaffen. Het is denkbaar dat voornamelijk bepaalde groepen bestuurders hiertoe zijn overgegaan. Te denken valt aan bestuurders die in het verleden relatief vaak bij achteraanrijdingen betrokken zijn geweest en aan bestuurders met een bepaalde 'sportieve' inslag. Aannemelijk is dat deze bestuurders verhoudingsgewijs een meer afwijkend rijgedrag hebben (laat remmen, laat richting aangeven) ten opzichte van andere groepen bestuurders. Vervolgens kan dan worden geconcludeerd dat het hooggeplaatste remlicht voor een dergelijk afwijkend rijgedrag kennelijk niet voldoende compensatie biedt.

In het Nieuw Zeelandse onderzoek is niet alleen vastgesteld dat er minder achteraanrijdingen ten gevolge van hooggeplaatste remlichten hebben plaatsgevonden, maar ook dat de ernst van de aanrijdingen in termen van minder materiële schade was afgenomen. Dit is goed te verklaren. Uitgaande van het effect van hooggeplaatste remlichten wordt door een bepaald deel van achteropkomende bestuurders eerder geremd; ook al vindt er een aanrijding plaats dan gebeurt dit met een lagere snelheid.

Voor de Nederlandse situatie is het moeilijk te voorspellen of er bij invoering van hooggeplaatste remlichten een effect is en hoe groot het effect zal zijn. Zelfs in de Verenigde Staten zijn bij het onderzoek dat in 11 staten is uitgevoerd grote onderlinge verschillen per staat vastgesteld. Dit betrof zowel het aandeel achteraanrijdingen ten opzichte van de overige aanrijdingen (in 1987 variërend van 25% tot 62%, u.m.s.-ongevallen) als de reductie van het aantal achteraanrijdingen (variërend van 7% tot 24%). Tevens is van belang vast te stellen dat in Nederland de omvang van het aantal achteraanrijdingen geringer is dan in de Verenigde Staten (aandeel Nederland 10,1% van de letselongevallen).

## 5.2. Relatie met MVO

Het voeren van motorvoertuigverlichting overdag (MVO) kan de waarneembaarheid van de normale remlichten doen verminderen. Een hooggeplaatst remlicht zou dan compensatie kunnen bieden.

Met de fleetownerstudies van de jaren zeventig is vastgesteld dat hooggeplaatste remlichten 's avonds en 's nachts effectiever zijn dan overdag; bij het branden van de achterlichten overdag bleken hooggeplaatste remlichten ook effect te hebben (Malone e.a., 1978; Reilly e.a., 1980). Uit de Leidse laboratoriumstudie (Akerboom e.a., 1990) bleek dat bij brandende achterlichten door toevoeging van het derde remlicht de reactietijd bekort werd als rem- en achterlichten in één behuizing zaten; de lichtintensiteit van de standaard remlichten was dan evenwel gering. Was er sprake van een sterke lichtintensiteit van de standaard remlichten (in combinatie met brandende achterlichten), dan leverde dit maar een gering effect van het derde remlicht op, waarbij geen verschil tussen één en dubbele behuizing is vastgesteld. Bij deze experimenten moet worden opgemerkt dat ze niet erg realistisch zijn uitgevoerd.

Uit de laboratoriumstudie van Meatyard (1988) bleek onder daglichtcondities ook het positieve effect van hooggeplaatste remlichten bij brandende achterlichten als rem- en achterlichten in één behuizing waren ondergebracht. Was er sprake van een gescheiden behuizing dan gaven hoogge-

plaatste remlichten een (gering) negatief effect. Aangezien de invloed van het hooggeplaatste remlicht overdag bij het niet-branden van de achterlichten niet is onderzocht, is het maken van een vergelijking met wel brandende achterlichten niet mogelijk.

Geconcludeerd kan worden dat met laboratoriumstudies de werkelijkheid slechts bij benadering kan worden nagebootst. Gezien de resultaten wordt de indicatie verkregen dat hooggeplaatste remlichten overdag effect hebben (bij brandende achterlichten) als achter- en remlichten in één behuizing zijn ondergebracht en/of het verschil in luminantie tussen deze lichten gering is. In dit geval kan een hooggeplaatst remlicht compensatie bieden.

### 5.3. Onderzoek naar de achterlichtenconfiguraties

Het dagelijks waarnemen van achterlichtenconfiguraties in het verkeer leert dat er bij personenauto's onderling grote verschillen zijn. Het ontbreekt aan standaardisatie van de plaats, vorm en helderheid van de diverse lichten.

Bij de bespreking van de relatie tussen MVO en het derde remlicht zijn enkele aspecten genoemd die van belang zijn voor de opvallendheid van de standaard remlichten. Hieraan kunnen nog diverse aspecten worden toegevoegd die tevens een rol spelen bij de tijdige waarneming van de standaard remlichten.

Het onderzoek dat de Europese onderzoekinstellingen (FERSI) noodzakelijk vinden, is dan ook van belang. Dit onderzoek zal moeten leiden tot een verbetering van de gehele achterlichtconfiguratie. Met de invoering van een hooggeplaatst remlicht wordt een bepaald aspect ingevuld, zonder dat daarover duidelijkheid bestaat.

De besproken nieuwe ontwikkelingen in remlichtsystemen (bijvoorbeeld voortijdige melding dat wordt geremd) zullen op enkele specifieke aspecten voordelen hebben. Vanwege hun bijzondere uitvoeringsvormen is incidentele toepassing niet gewenst. Door het ontbreken van uniformiteit kunnen ze namelijk verwarring in het verkeer te weeg brengen. Het ligt voor de hand nieuwe functies te integreren in een te ontwikkelen achterlichtensysteem dat vervolgens op internationaal niveau kan worden gereguleerd.



## 6. Conclusie

Algemeen wordt aangenomen dat voor de werking van hooggeplaatste remlichten de volgende (theoretische) verklaringen gelden:

1. Het hooggeplaatste remlicht bevindt zich dicht bij het gezichtsveld van de bestuurder.
2. In combinatie met de standaard remlichten is sprake van een driehoekige opstelling die de attentiewaarde vergroot.
3. Het hooggeplaatste remlicht zit niet in de directe omgeving van de andere lichten (achter- en mistlichten e.d.).
4. Door het doorkijkeffect kan een voorwaarschuwing worden verkregen.

In de Verenigde Staten heeft men na de verplichtstelling van hooggeplaatste remlichten een reductie van 17% van het aantal achteraanrijdingen vastgesteld. Na een herberekening komt de SWOV voor de Amerikaanse situatie uit op 13%. Deze cijfers zijn echter niet goed op waarde te schatten vanwege de niet te kwantificeren effecten van leeftijd van het voertuig op het effect van het hooggeplaatste remlicht. Resultaten van een aanvullend onderzoek dat momenteel in de Verenigde Staten wordt uitgevoerd kan duidelijkheid verschaffen.

Het schatten van het effectpercentage voor Nederland op basis van de huidige Amerikaanse cijfers is niet goed mogelijk. In de eerste plaats is de achterlichtenconfiguratie van Europese auto's beduidend anders dan die van Amerikaanse (een slechtere identificatie van de signaallichten). In de tweede plaats liggen de effecten die in de verschillende Amerikaanse Staten zijn gevonden te ver uiteen (effecten van 7% tot 24%), zonder dat daarvoor een aannemelijke verklaring bestaat. De omvang van het probleem van achteraanrijdingen is in Nederland ook geringer vanwege het geringe aandeel vergeleken met de Verenigde Staten.

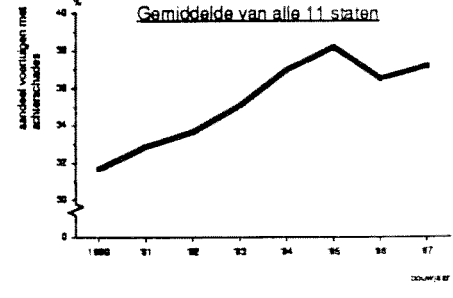
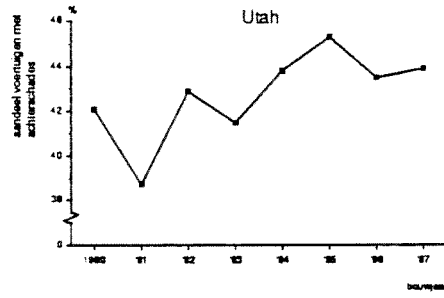
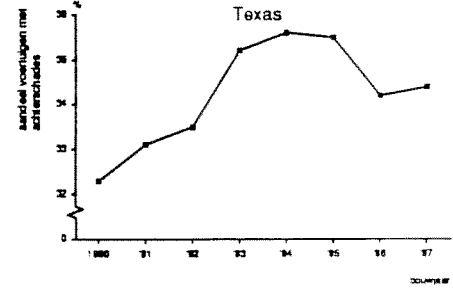
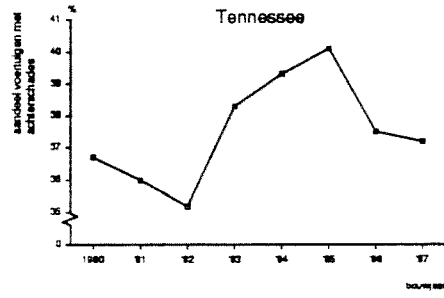
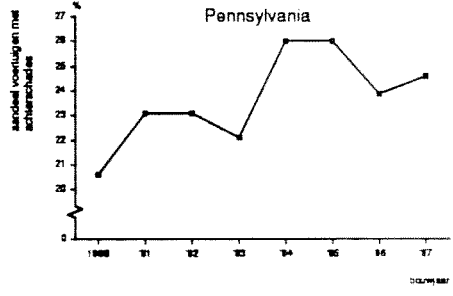
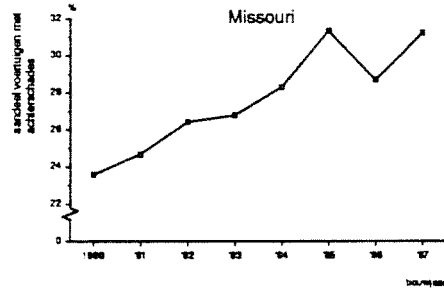
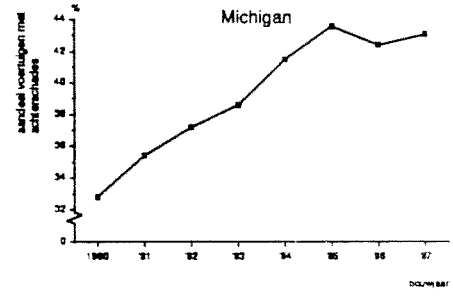
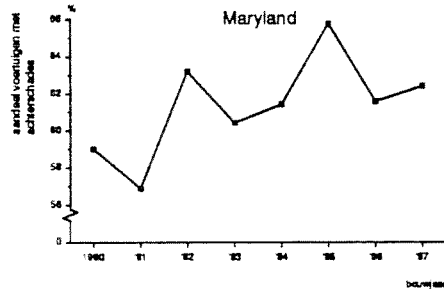
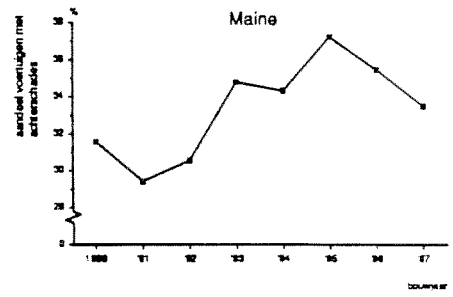
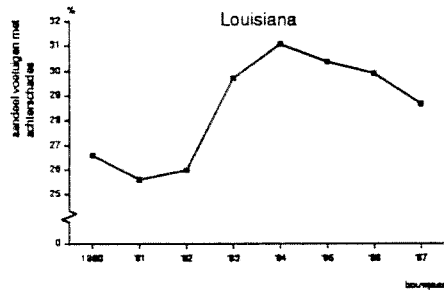
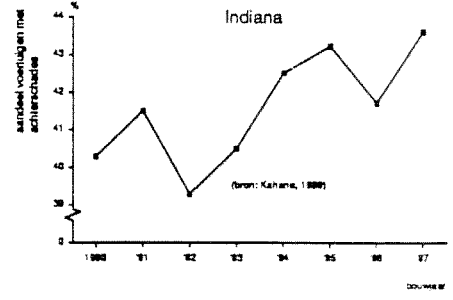
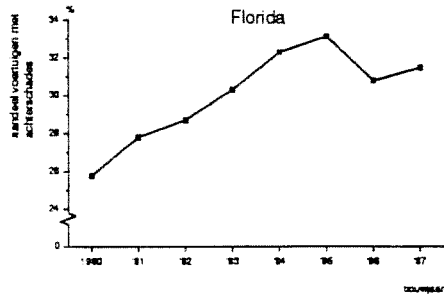
Verwacht wordt dat er wellicht ook voor de Nederlandse situatie een positief effect van hooggeplaatste remlichten uitgaat. Verplichtstelling nu wordt echter niet aanbevolen omdat de gevonden Amerikaanse resultaten daartoe te weinig houvast bieden. Bovendien is een hooggeplaatst remlicht een deelaspect van een totaal concept voor de achtersignalering waarover nog geen duidelijkheid bestaat. Negatieve effecten zijn overigens niet te verwachten, zodat redenen ontbreken incidenteel gebruik te verbieden.

Nieuwe ontwikkelingen in remlichtsystemen (bijvoorbeeld indicatie voor hard of zacht remmen) dienen ook deel uit te maken van het totaal concept voor de achtersignalering. Incidentele toepassing is niet gewenst vanwege de verwarring die ze te weeg kunnen brengen.

## Literatuur

- Akerboom, S.P.; Krussse, H.W. & La Heij, W. (1990). Achterlichten nader bekeken. Werkgroep Veiligheid R-90/36. Rijksuniversiteit Leiden.
- Mulder, J.A.G. (1984). Hooggeplaatste remlichten; Een literatuurstudie naar de effecten van één of twee extra remlichten in of aan personenauto's ter hoogte van de achterraut. R-84-49. SWOV, Leidschendam.
- Kahane, C.J. (1987). The effectiveness of center high mounted stop lamps. A preliminary evaluation. Report DOT HS 807 076. NHTSA.
- Kahane, C.J. (1989). An evaluation of center high mounted stoplamps based on 1987 data. Report DOT HS 807 442. NHTSA.
- Kampen, L.T.B. van (1988). Analyse van de verkeersonveiligheid van jonge, onervaren automobilisten; Een probleemanalyse. R-88-45. SWOV, Leidschendam.
- Liger, M.; Cavallo, V. & Peruch, P. (1989). Comparison of different brake light systems. In: Vision in vehicles III. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Lindeijer, J.E. (1985). Personenauto's betrokken bij verkeersongevallen met dodelijke afloop in de jaren 1978 t/m 1982, naar leeftijd van het voertuig. R-85-16. SWOV, Leidschendam.
- Malone, Th.B.; Kirkpatrick, M.; Kohl, J.S. & Baker, C. (1978). Field test evaluation of rear-lighting systems. Report DOT-HS 803 467. NHTSA.
- McCormick, I.A. & Allen, K. (1988). The evaluation of single centrally mounted auxiliary stop-lights: A New Zealand field test. *New Zealand Journal of Psychology* (1988) 17.
- McKnight, A.J. & Shinar, D. (1992). Brake reaction time to center high-mounted stop lamps on vans and trucks. *Human Factors* 34(2).
- Meatyrd, A.G. (1988). A study of the effectiveness of rear lighting arrangements for cars. The Motor Industry Research Association. Contractor Report 92. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
- Reilly, E.R.; Kurke, D.S. & Buckenmaier Jr, C.C. (1980). Validation of the reduction of rear-end collisions by a highmounted auxiliary stop lamp. Report DOT-HS-805 360. NHTSA.
- Sivak, M.; Conn, L.S. & Olson, P.L. (1986). Driver eye fixations and the optimal locations for automobile brake lights. *Journal of Safety Research* 17 (1986).
- Theeuwes, J. (1991). Center high-mounted stop light: an evaluation. Report IZF 1991 C-3. TNO Institute for Perception, Soesterberg.

Bijlage 1. Aandeel achteraanrijdingen naar bouwjaar in het kalenderjaar 1987 voor 11 Amerikaanse staten.



Bijlage 2. Aantal personenauto's met achterschade ten gevolge van verkeersongevallen met letsel naar type weg en lichtgesteldheid, 1991.

Lichtgesteldheid Maximum snelheid	Achterschade	Overige schade	Totaal	Percentage achterschade
Daglicht				
<=50 km/u	1274	16905	18179	7,5
60/90 km/u	807	6601	7408	12,2
>=100 km/u	617	1321	1938	46,7
Schemer				
<=50 km/u	57	696	753	8,2
60/90 km/u	39	364	403	10,7
>=100 km/u	49	77	126	63,6
Duisternis				
<=50 km/u	304	5971	6275	5,1
60/90 km/u	164	2469	2633	6,6
>=100 km/u	243	746	989	32,6
Onbekend				
<=50 km/u	17	198	215	8,6
60/90 km/u	8	64	72	12,5
>=100 km/u	16	20	36	80,0
Totaal				
<=50 km/u	1652	23770	25422	6,9
60/90 km/u	1018	9498	10516	10,7
>=100 km/u	925	2164	3089	42,7
<b>TOTAAL</b>	<b>3595</b>	<b>35432</b>	<b>39027</b>	<b>10,1</b>

Bron: SWOV op basis van VOR-gegevens

Bijlage 3. Effect van het hooggeplaatste remlicht voor de staat Florida en het gemiddelde van 11 Amerikaanse staten.

