

DE VERKEERSONVEILIGHEID OP OPENBARE SPOORWEGOVERGANGEN

Een verkennende literatuurstudie

R-85-35

drs. R.D. Wittink & G.C. Ederveen

Leidschendam, 1985

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV



## SAMENVATTING

Het jaarlijks aantal verkeersdoden tengevolge van botsingen tussen rail- en wegverkeer op openbare overwegen in normale reizigerslijnen bedroeg in de periode 1980 t/m 1984 gemiddeld 54. Over een lange periode bezien is de ontwikkeling vrij stabiel. Zowel van de dalende ontwikkeling van het totale aantal verkeersdoden na 1973, als van de stijgende ontwikkeling daarvoor, is op spoorwegovergangen weinig te merken. Ongevallen op overwegen hebben gemiddeld een veel ernstiger afloop dan in het overige wegverkeer. Bij elke 5 botsingen tussen railvoertuigen en weggebruikers vallen gemiddeld 2 doden en raakt 1 persoon zwaar en 1 licht gewond. Bij ruim één-derde van de botsingen ontstaat alleen materiële schade.

Aan de hand van een model van het ongevalsproces zijn invloedsfactoren op ongevallen op spoorwegovergangen opgespoord en is de onderlinge samenhang geanalyseerd. De literatuur geeft aanwijzingen over de factoren die van invloed zijn op het ontstaan van ongevallen op overwegen. Maar er blijkt zeer weinig aandacht te zijn geschonken aan de omstandigheden tijdens botsingen die letsel tot gevolg hebben en aan de omstandigheden waaronder een noodmanoeuvre uitgevoerd moet worden zodanig dat op het laatste moment nog een botsing wordt voorkomen. Het meeste onderzoek heeft betrekking op de taken van de weggebruiker om op tijd te reageren op een alarminstallatie. Zichtbaarheid en opvallendheid van deze installaties, kennis en roodlichtdiscipline van de verkeersdeelnemers zijn de voornaamste kenmerken waarnaar onderzoek is gedaan.

Er zijn pogingen gedaan de relatieve bijdragen van invloedsfactoren te kwantificeren, maar die hebben niet tot resultaten geleid.

Uit het feit dat er weinig direct onderzoek is verricht naar oorzaken van ongevallen op overwegen en vanwege het ontbreken van algemene probleemanalyses omtrent overwegen bestaat er nog steeds behoefte aan meer theorievorming. Het is van belang een beter inzicht te verkrijgen in de oorzaken van risicoverhogend gedrag om op grond daarvan een effectief en samenhangend pakket van maatregelen te zoeken ter beïnvloeding van dat gedrag.

Vanwege de natuurlijke neiging van verkeersdeelnemers niet alleen op alarmsignalen en verkeersregels te reageren, maar ook naar eigen inzicht te handelen, dient hun beslissingsproces vergemakkelijkt te worden. Een

duidelijk onderscheid tussen ontruimings- en stoptijd, een goede zichtbaarheid van treinen en een apart teken in situaties waarin meerdere treinen in dezelfde alarmfase passeren, kunnen hieraan bijdragen.

## INHOUD

### Voorwoord

1. Probleembeschrijving
  - 1.1. Ongevallen en slachtoffers
  - 1.2. Beveiligingssystematiek
  
2. Probleemanalyse
  - 2.1. De schuldvraag
  - 2.2. Model van het ongevalsproces
  - 2.3. Relatie-onderzoek
  
3. Invloedsfactoren
  - 3.1. Kans op letsel bij een botsing
  - 3.2. Kans op een botsing bij een ernstig conflict
  - 3.3. Kans op een ernstig conflict bij een ontmoeting
    - 3.3.1. Zien en herkennen
    - 3.3.2. Begrijpen
    - 3.3.3. Beslissen en handelen
  - 3.4. Kans op een conflict vanwege onvoldoende anticiperen
  - 3.5. Kans op een ontmoeting met een trein
  
4. Inventarisatie van oplossingen
  - 4.1. Terugdringen kans op letsel bij een botsing
  - 4.2. Terugdringen kans op een botsing bij een ernstig conflict
  - 4.3. Terugdringen kans op een ernstig conflict bij een ontmoeting
  - 4.4. Terugdringen kans op een conflict vanwege onvoldoende anticiperen
  - 4.5. Terugdringen kans op een ontmoeting met een trein
  - 4.6. Samenvatting oplossingen
  
5. Aanbevelingen voor onderzoek

### Literatuur

## VOORWOORD

De verkeersonveiligheid op spoorwegovergangen in Nederland heeft in de afgelopen jaren extra aandacht gekregen. Aanleiding was de voorbereiding van het Nationaal Plan voor de Verkeersveiligheid dat in 1983 werd gepubliceerd. Een werkgroep werd gevormd die voorstellen moest doen om de onveiligheid van het wegverkeer op spoorwegovergangen te verminderen. Daarbij constateerde de werkgroep dat in de twee jaren voordat zij haar werkzaamheden verrichtte, het aantal botsingen op overwegen relatief sterk was toegenomen.

De werkgroep kwam met een aantal aanbevelingen over maatregelen aan en bij alarminstallaties op overwegen en over onderzoek. Voor de SWOV was dit aanleiding om een literatuurstudie te starten die een basis voor de onderzoekvoorstellen zou kunnen leggen.

Begin 1985 is door de Rijksoverheid een stuurgroep gevormd die de maatregelen uit het Nationaal Plan voor de Verkeersveiligheid moet begeleiden en voorstellen moet formuleren voor het toekomstige beleid. De SWOV is in deze stuurgroep vertegenwoordigd en zal de kennis uit deze literatuurstudie met name in de stuurgroep inbrengen.

De literatuur waaraan in deze studie wordt gerefereerd, betreft rapporten en onderzoekverslagen die beschikbaar waren in de SWOV-bibliotheek. Dit materiaal levert naar onze indruk voldoende feiten en overwegingen op voor een eerste probleemverkenning. De literatuur is afkomstig uit Nederland, Groot-Brittannië, Canada, de Verenigde Staten, West-Duitsland, België, Israël en Australië. De kennis uit de literatuur is in dit rapport gestructureerd met behulp van een model van het ongevalsproces.

Dit rapport is samengesteld door drs. R.D. Wittink van de afdeling Projectvoorbereiding en Adviezen en G.C. Ederveen van de afdeling Voorlichting en Wetenschappelijk redactie.

Prof. ir. E. Asmussen, directeur

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## 1. PROBLEEMBESCHRIJVING

### 1.1. Ongevallen en slachtoffers

In Nederland vinden gemiddeld per jaar op openbare overwegen in normale reizigerslijnen ruim honderd ongevallen plaats, als gevolg waarvan gemiddeld ruim vijftig slachtoffers overlijden, alsmede ruim veertig personen gewond raken.

Per jaar kan de afwijking van dit gemiddelde relatief groot zijn. Zo vonden in 1980 en 1981 respectievelijk 149 en 142 van dergelijke botsingen plaats en het aantal doden in 1982 bedroeg 65 (NS, 1985). Op dergelijke afwijkingen mag men bij deze relatief kleine getallen geen conclusies baseren.

Bezien we de ontwikkeling over een lange periode, vanaf 1970, dan neemt het aantal botsingen op openbare overwegen nauwelijks toe of af (NS, 1983). De algemene daling in de verkeersonveiligheid vanaf 1973 komt dus niet tot uiting op deze overwegen.

Het aantal onbeveiligde overwegen en met de hand bediende sluitbomen neemt overigens gestaag af, terwijl het aantal automatisch beveiligde, in het bijzonder die met halve overwegbomen (AHOB's), zij het in mindere mate, toeneemt. Het aantal openbare overwegen loopt dus terug.

De verhouding tussen het aantal ongevallen en het aantal doden op openbare overwegen kan eveneens van jaar tot jaar sterk schommelen. In 1982 bedroeg het aantal botsingen 102 en het aantal doden 65, in 1981 was het aantal botsingen veel hoger, namelijk 142, terwijl het aantal doden duidelijk minder was, nl. 51 (NS, 1985). Het hoge dodental in 1982 is o.a. te verklaren uit het feit dat er 5 botsingen plaatsvonden waarbij 3 of meer doden vielen (NS, 1983).

Vanwege de snelheid en massa van de trein hebben botsingen op overwegen een zeer hoge kans op ernstig letsel. Gemiddeld vallen bij elke 5 botsingen tussen een trein en wegverkeer 2 doden, raakt 1 persoon zwaar gewond en 1 persoon licht gewond. Het quotiënt (doden): (doden + ernstig gewonden) voor 1980 t/m 1982 berekend op basis van de cijfers van de Nederlandse Spoorwegen, bedroeg 0,7. In het overige verkeer bedroeg in de jaren 1980 t/m 1982 het vergelijkbare quotiënt (doden) : (doden + ziekenhuisgewonden) echter 0,1 (Blokpoel & Van Boven, 1983).

## 1.2. Beveiligingssystematiek

Op 1 januari 1985 waren er in Nederland 3022 overwegen in normale reizigerslijnen (1935 openbare en 1087 particuliere). Van de openbare overwegen waren er 289 onbeveiligd, van de particuliere 1082 (NS, 1985).

De beveiligde openbare overwegen zijn te verdelen in drie typen. Een langzaam verdwijnend type is dat met sluitbomen, die ter plaatse of op afstand met de hand worden bediend. De twee andere typen worden door de trein geschakeld als deze op een bepaalde afstand de overweg is genaderd. Te onderscheiden zijn: de AHOB: automatische halve overwegbomen waarbij de sluitbomen alleen de rechterweghelft versperren en de AKI: automatische knipperlichtinstallatie. Voor de keuze tussen een AHOB en AKI gelden diverse overwegingen, zoals wegbreedte, verkeersintensiteit, treinsnelheid, hoek met de wegas, snelheid van het wegverkeer. Een vast gegeven is dat een overweg met AKI niet breder mag zijn dan 5 meter en een overweg met AHOB minstens 7 meter breed moet zijn.

Zowel AHOB als AKI beschikken over belsignalen. Beide installaties zijn ook voorzien van twee rode waarschuwingslichten die afwisselend knipperen tijdens de alarmfase en niet branden buiten de alarmfase. Een AKI-installatie heeft nog een derde licht dat wit knippert buiten de alarmfase. Wanneer een trein de ter plaatse geldende maximale snelheid heeft duurt het bij een AKI op een haakse kruising met dubbelspoor 23 seconden nadat de alarmfase in werking is getreden voordat de trein passeert. Bij de AHOB is de totale duur 25 seconden, de halve overwegbomen beginnen te dalen 5 seconden nadat de knipperlichten in werking zijn, het dalen neemt 12 seconden en dan duurt het 8 seconden voordat de trein passeert. Wanneer er een tweede trein aankomt en de alarmering in werking zou moeten stellen, maar de eerste trein is nog niet uitgemeld, dan blijft de alarmering in werking: de lichten blijven branden en eventueel stijgende bomen dalen weer.

Alle overwegen zijn voorzien van schrikhekken. AHOB- en AKI-installaties en onbeveiligde overwegen beschikken voorts over Andreaskruisen waaraan kan worden afgeleid of er sprake is van één of meer sporen.

In de jaren 1979 t/m 1983 vond 10% van het aantal botsingen op openbare overwegen in normale reizigerslijnen plaats op de onbeveiligde overwegen, 59% op overwegen met een AKI, 30% op overwegen met een AHOB en 1% op overwegen met sluitbomen.



Ook het aandeel slachtoffers is het grootst bij de AKI, nl. 70% van het totale aantal doden en gewonden op overwegen, tegen 21% voor de AHOB-overwegen, 8% voor onbeveiligde en 1% voor overwegen met sluitbomen. Als rekening wordt gehouden met de aantallen AKI's en AHOB's in normale reizigerslijnen kan worden opgemerkt dat op AKI's gemiddeld ongeveer tweemaal zoveel botsingen plaatsvinden als op AHOB's, terwijl er daarbij gemiddeld ongeveer driemaal zoveel slachtoffers vallen. Dat het gemiddelde aantal voertuigen dat een AKI passeert in het algemeen geringer is dan dat bij een AHOB, betekent dat overwegen met AKI nog extra tot aandachtgebied kunnen worden gerekend.

## 2. PROBLEEMANALYSE

### 2.1. De schuldvraag

Overwegen zijn te beschouwen als super-voorrangskruisingen. De trein heeft altijd voorrang. Bovendien zijn er behalve remmen geen mogelijkheden de botsing te helpen afwenden als een weggebruiker de voorrang niet op tijd verleent. Maar de remweg van een trein is meestal erg lang, zodat de machinist in de praktijk niet veel kan uitrichten.

Wanneer de schuldvraag ten aanzien van een botsing op een overweg wordt gesteld, zijn er slechts twee mogelijkheden. De ene is dat de alarminstallatie niet in orde was, de tweede is dat de weggebruiker een overtreding heeft gemaakt. In het laatste geval kunnen er verzachtende omstandigheden een rol spelen, zoals zonverblindings. Volgens de Nederlandse Spoorwegen kan zonverblindings bij 8% van de botsingen op overwegen een rol hebben gespeeld (Hasselman, 1984).

In een Westduits onderzoek over de jaren 1964-1971 (Amann e.a., 1981) werd geconcludeerd dat in meer dan 90% van de ongevallen de schuld bij de weggebruiker ligt. In circa 65% van de ongevallen hebben de weggebruikers de beveiligingsmaatregelen niet herkend of veronachtzaamd, de rest wordt toegeschreven aan het niet opvolgen van de verkeersregels en combinaties van verkeerde handelingen met invloeden als gebrekkige voertuigbeheersing, weersomstandigheden en alcoholgebruik. Recenter onderzoek bevestigt volgens de auteurs dit beeld. Maar, zoals reeds vaker is opgemerkt, geeft het beantwoorden van de schuldvraag veelal slechts weinig inzicht in de achterliggende motieven voor het verkeersgedrag.

Het beeld van de "roekeloze" weggebruiker wordt versterkt door het aantal bijna-ongevallen op overwegen. In september 1967 en april 1968 en opnieuw in 1971 werden door de Nederlandse Spoorwegen gegevens verzameld over bijna-ongevallen.

Treinbestuurders werd gevraagd bijna-ongevallen te melden gedurende vier weken. In het eerste onderzoek bedroegen de maandtotalen 1026 en 960, in het tweede bijna tweemaal zoveel, nl. 1915. In het eerste onderzoek werd een bijna-ongeval bepaald aan de hand van een schatting door de treinbestuurder van de afstand van de weggebruiker tot de trein bij het passeren van de overweg of het op-het-laatste-moment-stoppen ervoor in vergelijking met de treinsnelheid op dat moment (Verhoeven, 1970). In het tweede onderzoek (Paymans, 1972) was de definitie van een bijna-ongeval:

- bij beveiligde overwegen (uitgezonderd met hele bomen): alle geconstateerde overtredingen van verkeersvoorschriften door weggebruikers (inclusief voetgangers) op de overweg gerekend vanaf het moment dat de trein ongeveer 100 m het aanduidingsbord gepasseerd is;
- bij niet-beveiligde overwegen: dat gedrag op of vlak bij de overweg dat naar beoordeling van de machinist een "bijna-ongeval" had kunnen zijn. Op grond van resultaten van een aantal roodlichtcamera's vinden er volgens schattingen van de Nederlandse Spoorwegen jaarlijks 15 miljoen roodlichtovertredingen op overwegen plaats (Hasselman, 1984). Dit gegeven onderstreept ons inziens dat niet alleen de schuldvraag, maar ook de achterliggende motieven in relatie tot de beveiligingssystematiek nadere bestudering verdient. De vraag is niet alleen of weggebruikers meer bewust gemaakt kunnen worden van de risico's die zij nemen als zij op een overweg een overtreding begaan. De geloofwaardigheid van de regels is wellicht in het geding. De weggebruiker schat wellicht het voordeel om door te rijden terwijl de alarminstallatie reeds in werking is, in vele gevallen aanmerkelijk groter in dan het risico dat hij daarbij loopt. Dat bij spoorwegovergangen de rijtaak op een aantal aspecten nogal ingewikkeld is kan mede aanleiding zijn tot meer overtredingen.

Voordat ingegaan wordt op kennis uit de literatuur hieromtrent, geven we een korte uiteenzetting van de wijze waarop het gedrag van een verkeersdeelnemer is te analyseren. Uitgangspunten hierbij zijn de beoordelingen en beslissingen die de verkeersdeelnemer maakt en die van invloed kunnen zijn op het ontstaan van een ongeval en letsel. Vanuit de context van de keuzen van de individuele verkeersdeelnemer en de invloed van zijn omgeving daarop, hebben we de kennis uit de literatuur over de onveiligheid op overwegen gestructureerd. De mens staat in deze benadering centraal, maar altijd wordt zijn gedrag mede verklaard door een diversiteit aan invloedsfactoren van buitenaf.

## 2.2. Model van het ongevalsproces

Gedrag is het gevolg van een samenspel van mens-, voertuig-, weg- en verkeerskenmerken en een aantal omstandigheden zoals weers- en lichtgesteldheid.

In het verkeer kunnen kritische situaties ontstaan met een verhoogde kans op een ongeval. Die kans is onder andere afhankelijk van beslissingen van

de verkeersdeelnemer over bijvoorbeeld vervoerwijze, reisroute, en rij-snelheid. Wanneer de verkeersdeelnemer bemerkt dat hij op een botskoers met een ander object komt, hangt het afwenden van een botsing onder andere af van waakzaamheid, reactie- en rij-snelheid, eigenschappen en omstandigheden van het wegdek, rijvaardigheden. De tijd om nog adequaat te kunnen reageren speelt een cruciale rol in de mate waarin de situatie kritisch is. Zoveel te geringer de tijd, zoveel te kleiner worden de mogelijke gedragsalternatieven in termen van ruimte en krachtenbeheersing.

Op deze wijze kan men het proces dat leidt tot een ongeval in een aantal fasen verdelen. Die fasen onderscheiden zich ten eerste doordat het aantal gedragsalternatieven verandert. Dat betekent dat de weggebruiker in verschillende fasen andersoortige afwegingen moet maken. Hij kan dan ook van andere invloedsfactoren afhankelijk zijn of op een andere wijze van een invloedsfactor afhankelijk zijn dan in een andere fase. Het samenspel van persoons- en andere kenmerken dat het verkeersgedrag bepaalt, is dus per fase verschillend. Die constatering is van belang, omdat zij een systematische analyse mogelijk maakt van het proces dat tot ongevallen kan leiden - een proces dat een sterk dynamisch karakter heeft. De belangrijkste fasen uit het model (zie ook de Bijlage) zijn:

1. De verkeersdeelnemer neemt beslissingen over tijdstip van vertrek, bestemming, vervoermiddel en reisroute.
2. De verkeersdeelnemer kiest een rij-snelheid en koers en heeft verwachtingen over potentiële ontmoetingen waarop hij kan anticiperen.
3. De verkeersdeelnemer komt op een botskoers (dit is de ontmoetingsfase). Hij kan zijn gedrag rustig aanpassen.
4. De verkeersdeelnemer heeft niet tijdig genoeg adequaat gereageerd en moet nu krachtig ingrijpen om alsnog een botsing af te wenden - tenzij de andere weggebruiker de botsing afwendt.
5. De noodmanoeuvre is evenmin tijdig of adequaat, of wordt in het geheel niet uitgevoerd, er vindt een botsing plaats.
6. Als gevolg van de botsing kan letsel ontstaan.
7. De gevolgen van dit letsel kunnen zich na verloop van tijd verder uitbreiden.

Door per fase het gedrag van de verkeersdeelnemer voor en op een overweg te analyseren wordt het samenspel van alle relevante invloedsfactoren zichtbaar. Dit levert aangrijpingspunten op voor maatregelen.

Wij behandelen het proces in omgekeerde volgorde, te beginnen bij fase 6. Fase 7 behoeft met het oog op overwegen geen speciale aandacht.

Een belangrijke reden voor de gehanteerde volgorde is dat maatregelen die ten doel hebben het gedrag van de verkeersdeelnemer te beïnvloeden, in een latere fase een meer directe uitwerking kunnen hebben omdat de verkeersdeelnemer minder gedragsalternatieven heeft. Zoveel te meer gedragsalternatieven, zoveel te meer uitwegen of compensatie kan de verkeersdeelnemer zoeken wanneer hij niet bereid is de maatregel volledig te aanvaarden. Een maatregel in een eerdere fase roept in het algemeen meer neveneffecten op dan een maatregel in een latere fase.

### 2.3. Relatie-onderzoek

Wanneer we proberen per fase het gedrag van de weggebruiker te verklaren en invloedsfactoren op te sporen, willen we gebruik maken van kennis over de relatie tussen een invloedsfactor en het gedrag. Dat kan ten eerste via een theoretisch model. Er zijn ook pogingen gedaan om een aantal van deze relaties op overwegen te kwantificeren. Deze pogingen hebben tot nu toe weinig resultaten opgeleverd. Gebrek aan gegevens speelde hierbij een belangrijke rol. Voorts heeft het ook ontbroken aan theoretische onderbouwing. Hierdoor is het moeilijk om ongevalgegevens te relateren aan invloedskenmerken.

Een Britse werkgroep (Dept. of Transport, 1978) heeft getracht een formule op te stellen waarmee van elke overweg de ongevallenkans zou kunnen worden berekend. Ze zag hiervan af omdat geraadpleegde deskundigen erop wezen dat de aantallen ongevallen op overwegen te gering waren om tot verantwoorde statistische resultaten te kunnen leiden. De complexe samenhang tussen verschillende factoren betekent dat deskundige beoordeling een belangrijk onderdeel moet zijn om tot conclusies te komen, aldus de werkgroep.

Hopkins & White (1977) concludeerden dat er maar weinig direct onderzoek is verricht naar oorzaken van ongevallen op overwegen, zodat de basis voor maatregelen gevonden moet worden in ervaring, logisch denken en kennis van een desbetreffende situatie.

Knoblauch e.a. (1982) noemen een aantal oorzaken van ongevallen op overwegen die vaak naar voren worden gebracht, zoals: waarschuwingstekens voldoen niet, het alarmsysteem is te weinig opvallend en weggebruikers geloven niet dat de alarmering altijd een groot risico betekent, de weggebruiker is te weinig waakzaam, de weggebruiker vertoont riskant gedrag en de weggebruiker is onder invloed van alcohol. Maar volgens deze auteurs zijn de meningsverschillen gebleven over de vraag wat de belangrijkste oorzaken zijn.

De relaties van invloedsfactoren met het ongevalsgebeuren op overwegen zullen in dit rapport in belangrijke mate kwalitatief worden beschreven.

### 3. INVLOEDSFACTOREN

#### 3.1. Kans op letsel bij een botsing

In de bestudeerde literatuur is weinig te vinden over de factoren die van invloed zijn op de afloop van een botsing met een trein. Kennelijk wordt weinig verwacht van maatregelen die ten doel hebben de letselernst te beperken of het onderwerp is vooralsnog niet in studie geweest.

Enerzijds is dat begrijpelijk gezien vanuit de zeer grote verschillen in structurele eigenschappen tussen wegvoertuig en trein (sterkte, stijfheid, massa, vorm) gepaard gaande met doorgaans grote snelheidsverschillen bij botsingen, welke voor een bijzonder grote mate van ongelijkwaardigheid zorgen.

Anderzijds is er een duidelijke parallel te trekken met twee andere typen ongevallen in het wegverkeer, waarbij onderzoek en ontwikkelingen gaande zijn tot structurele verbeteringen te komen. Bedoeld worden hier de conflicten tussen (zware) vrachtauto's en personenauto's enerzijds en tussen personenauto's en langzaam verkeer (voetgangers, fietsers, bromfietsers) anderzijds (Huijbers, 1984; Van Kampen, 1985).

Hoewel er zeker grenzen zijn aan het bereik van letselpreventieve maatregelen, mede afhankelijk van het botstype (de plaatsen waar de voertuigen elkaar raken) en het snelheidsverschil bij een botsing, is het gezien bovenstaande parallel denkbaar dat botskrachten en vertragingen (de primaire letselernst bepalende factoren) gereduceerd worden middels constructieve maatregelen, vooral de trein betreffende.

De ongelijkwaardigheid van de botsende partijen komt goed tot uiting in de kans op dodelijk letsel bij een botsing met een trein ten opzichte van die bij botsingen tussen wegvoertuigen onderling. Volgens Amerikaanse gegevens bedraagt het verschil een factor 30, hetgeen overigens redelijk goed correspondeert met de verschillen bij de reeds als parallel genoemde andere typen ongevallen.

Hitz (1983) maakt nadrukkelijk onderscheid tussen de kans op een botsing met een trein en de kans op dodelijke dan wel minder ernstige afloop, gegeven een botsing.

Voor die laatste kansen heeft hij langs statistische weg letselernstfor-

mules ontwikkeld en getoetst met behulp van beschikbaar ongevallemateriaal in Amerika. Hierbij kwam de samenhang aan het licht tussen kenmerken van spoorwegovergangen (zoals toegestane treinsnelheid, aantal sporen, treinfrequentie) en de ernst over de afloop.

Dit Amerikaanse onderzoek resulteerde in de volgende conclusies:

De kans dat bij een botsing doden vallen stijgt ongeveer evenredig met de maximale treinsnelheid die op de betreffende overweg is toegestaan. (Er is niet geanalyseerd op feitelijke snelheden). De kans op gewonden stijgt eveneens met de genoemde treinsnelheid, maar minder dan evenredig en blijft min of meer constant boven 40 mijl per uur. Het aantal sporen per baan heeft een significante invloed op de kans op letsel (meer sporen komt overeen met een kleinere kans), de bebouwing in de omgeving van de overweg heeft weinig invloed. Het aantal passerende treinen en de plaats van de overweg binnen of buiten de bebouwde kom heeft weinig invloed op de kans op dodelijke afloop.

Er waren echter geen gegevens beschikbaar van factoren die (althans theoretisch) meer samenhang met de afloop van botsingen vertonen zoals:

- de massa, de stijfheid en de vormgeving van de botsende lichamen;
- het botstype (bepalend voor het aanrakingspunt);
- de werkelijke botssnelheid;
- de secundaire botseffecten;
- het gebruik van beveiligingsmiddelen.

### 3.2. Kans op een botsing bij een ernstig conflict

In de fase die voorafgaat aan de botsing is de situatie zo kritisch geworden dat alleen een noodmanoeuvre een botsing kan voorkomen. We spreken van een noodmanoeuvre wanneer de snelheidsverandering groter is dan  $3 \text{ m/s}^2$ . Ook over deze fase is in de literatuur weinig kennis te vinden. Het vermijden van een botsing is afhankelijk van de vaardigheden van de weggebruiker, ruimte op de weg om van koers te veranderen of een snelheidsverhoging mogelijk te maken, goede remeigenschappen van voertuig en weg.

Uit een Britse ongevalleanalyse (Dept. of Transport, 1978) blijkt dat de mogelijkheid tot slippen een invloedsfactor is op overwegen. Op overwegen met halve bomen was bij een kwart van de ongevallen een voertuig geslipt. Het totale aantal geanalyseerde ongevallen was overigens niet groot, namelijk 42.



Een ander aandachtspunt kan het vaak hobbelige karakter van het wegdek van overwegen zijn.

Het vermijden van een botsing door middel van een noodmanoeuvre is uiteraard ook afhankelijk van de vaardigheden van de weggebruiker. Een weggebruiker kan op een overweg grotere moeite hebben een noodmanoeuvre in te zetten en goed te volbrengen. Hij kan schrikken door het belgerinkel, in verwarring raken en daardoor verkeerd of traag reageren. Het besef van de ernstige afloop van een botsing met een trein kan eveneens een panische reactie veroorzaken. In de literatuur is overigens hierover niets aange troffen. Bovendien is het slagen van de noodmanoeuvre grotendeels afhankelijk van de weggebruiker; de machinist kan zijn trein bijna nooit op tijd tot stilstand brengen.

Hopkins & White (1973) wijzen er op dat de weggebruiker gemiddeld weinig ervaring opdoet op overwegen en zich daarbij ook nog teveel kan laten leiden door ervaringen uit andere verkeerssituaties. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat een weggebruiker in noodsituaties onbewust rekent op een vermijdingshandeling van andere weggebruikers.

### 3.3. Kans op een ernstig conflict bij een ontmoeting

In de vierde fase heeft de weggebruiker nog tijd om rustig te reageren op een trein of alarminstallatie.

We onderscheiden in deze fase de volgende drie taken van de weggebruiker:

1. De weggebruiker moet de overweg en de trein of alarminstallatie zien en als zodanig herkennen.
2. De weggebruiker moet begrijpen wat er van hem verwacht wordt om een ongeval te vermijden, bijv. hoe het beveiligingssysteem werkt, en weten welke gedragsalternatieven hij heeft.
3. De weggebruiker moet op tijd de juiste beslissingen nemen en zijn besluit adequaat uitvoeren.

We zullen deze taken achtereenvolgens beschouwen.

#### 3.3.1. Zien en herkennen

##### A. Opvallendheid en herkenbaarheid alarminstallatie

De opvallendheid van de alarmlichten staat uitgebreid ter discussie.

Daarbij is de vraag aan de orde of de lichten voldoende opvallen ten

opzichte van de (verkeers)omgeving (Russell e.a., 1976, Hopkins & White, 1977, Dept. of Transport, 1978).

Godthelp (1984) voegt daar nog een andere vraag aan toe, namelijk of de lichten voldoende opvallen ten opzichte van de overeginstallatie wanneer deze niet in een alarmfase is. Bij zijn proefschrift heeft hij de volgende stelling opgenomen: "De visuele opvallendheid van spoorwegovergangen is in veilige toestand veelal zodanig groot dat daardoor de opvallendheid in de onveilige situatie onnodig wordt beperkt".

Een belangrijk aspect aan de lichten is de opvallendheid bij laagstaande zon. In ongeveer 8% van de geregistreerde ongevallen op beveiligde spoorwegovergangen in 1980 t/m 1982 kan een laagstaande zon de weggebruiker hebben verblind zodat hij de overweg of de alarminstallatie niet tijdig heeft opgemerkt (Hasselman, 1984).

De ANWB (IWACC, 1984) wijst op situaties waarin een weggebruiker het zicht op de overweg wordt ontnomen door obstakels of overig verkeer. Ook in een Westduits onderzoek wordt gewezen op belemmeringen van het zicht, bijvoorbeeld door geparkeerde auto's of omdat een overweg een weg kruist direkt na een bocht (Amann e.a., 1981).

Dat een aantal weggebruikers in bepaalde omstandigheden een overweg niet als zodanig heeft herkend, kwam naar voren in een Japans onderzoek. Ongeveer één-derde van ondervraagde bestuurders zei, na passage van een overweg, zich niet bewust te zijn van de overweg of de alarmsignalen (Wilde e.a., 1975). Hierover bestaan geen gegevens in Nederland.

Bij elke overweg zijn voorzieningen aangebracht die de herkenning moeten oproepen. De Haan (1973) concludeert dat voor de keuze van deze vaste kenmerken geen wetenschappelijke argumenten gevonden kunnen worden. Met name Andreaskruisen, schrikhekken en bakens zijn "historisch gegroeid". Ook naar de effectiviteit van de andere vaste kenmerken is geen diepgaand onderzoek verricht (De Haan, 1973).

De kans dat een weggebruiker te laat een overweg of beveiligingsinstallatie of trein ziet (hoort) of herkent hangt ook af van de mate waarin hij wordt afgeleid, door bijvoorbeeld ander verkeer en de omgeving. Berg e.a. (1982) constateerden dat bij 33-44% van de ongevallen op overwegen met alleen lichten een herkenningsfout plaatsvond. De voornaamste factor die daaraan bijdraagt, is het afgeleid worden door een overvloed aan informatie of aandachtsvelden, zoals veel verkeer, kruisingen in de nabijheid, ongelijkmatig wegdek, slipgevaar. Deze factor komt vaak voor in combina-

tie met persoonskenmerken (bijvoorbeeld oudere bestuurders die niet meer zoveel informatie tegelijk kunnen verwerken) en in combinatie met situaties waarin het waarschuwingssysteem minder opvallend is.

#### B. Uitzicht op de trein

Bij case-studies van Knoblauch e.a. (1982) kwam onvoldoende uitzicht op de trein als een belangrijke ongevalsoorzaak op onbeveiligde overwegen naar voren. Geconstateerd werd dat op een aantal overwegen een aankomende trein niet te zien is op een positie van de weg waar de noodzakelijke snelheidsverlaging ingezet moet worden. Ook Schoppert & Hoyt (1968) constateerden dit reeds. Verhoeven (1970) constateerde dat in Nederland bij veel van de overwegsituaties waar de meeste bijna-ongevallen plaatsvinden, het uitzicht vanaf de weg op de trein slecht is. Deze analyse had ook betrekking op beveiligde overwegen.

Paymans (1972) meent dan ook dat slecht uitzicht op een aankomende trein ook op beveiligde overwegen een risicoverhogende invloed heeft. Ondanks de beveiliging kan de weggebruiker immers de overweg oversteken en de alarmsignalen negeren. Een aantal weggebruikers maakt een schatting van de tijd waarin de trein de overweg bereikt kan hebben, aan de hand van de periode dat de lichten branden. Een verkeerde schatting kan gecorrigeerd worden als men de trein ziet aankomen. Volgens Paymans geeft een slecht uitzicht op de trein, na het kenmerk "belangrijkheid van een weg", de beste voorspelling van het optreden van ongevallen op een overweg.

#### 3.3.2. Begrijpen

De taken van de weggebruikers op overwegen zijn eenvoudig samen te vatten. Op beveiligde overwegen moet op de alarminstallatie gelet worden, op onbeveiligde overwegen op de trein. Alleen de weggebruiker is verantwoordelijk voor het vermijden van een botsing. Als de weggebruiker dus maar weet en beseft wat de gevaren zijn als hij niet goed uitkijkt en niet tijdig stopt, dan is het beslissingsproces tamelijk eenvoudig: veel eenvoudiger dan in het algemeen in het wegverkeer.

#### A. Vergelijking met wegkruisingen

De theorie over onveiligheid op overwegen staat niet op zichzelf. Ze kan onderbouwing vinden in de kennis over andere probleemgebieden van de verkeersonveiligheid, met name over wegkruisingen.

Hopkins & White (1977) wijzen er enerzijds op dat dit (te) weinig gebeurt, maar geven anderzijds aan dat overwegen op enkele aspecten belangrijk afwijken van andere kruisingen. De inrichting van wegkruisingen is meestal aangepast aan snelheden en intensiteiten van het verkeer, stellen zij. De verkeersdeelnemer kan zo onderscheid maken in typen kruisingen die hij tegemoet rijdt. Bovendien is vaak dwarsverkeer aanwezig, dat van een afstand te zien is.

Bij overwegen zijn deze mogelijkheden tot anticiperen minder aanwezig. De kenmerken van overwegen geven bijvoorbeeld weinig of geen informatie over de intensiteit van het treinverkeer.

Weggebruikers doen bovendien minder ervaring op met overwegen. Daarnaast is de kans op dwarsverkeer op een overweg (een trein dus) veel geringer dan op een wegkruising. Handelingen die (bijna) automatisch verricht worden om ongevallen te vermijden (gedragsaanpassing) komen dan ook minder voor op overwegen (Hopkins & White, 1977).

Maar het gedrag van een weggebruiker voor een overweg kan mede bepaald zijn door verwachtingen en ervaring opgedaan in het overige verkeer. Het is daarom gewenst kennis over verkeersveiligheid uit bijvoorbeeld de verkeerstechniek te gebruiken voor een optimalisering van de beveiligings-systemen op spoorwegovergangen.

#### B. Onderscheid tussen beveiligde en onbeveiligde overwegen

Uit buitenlands onderzoek blijkt echter dat de kennis van weggebruikers over de beveiliging van overwegen onvoldoende is.

In een Amerikaanse studie van Sanders (1973) blijkt dat 15-23% van de bestuurders dacht dat alle overwegen waren voorzien van een door de trein te activeren waarschuwingssysteem. De meeste automobilisten dachten dat op onbeveiligde overwegen alleen incidenteel treinen rijden, met een lage snelheid. Uit observaties bleek dat relatief weinig bestuurders op onbeveiligde overwegen hun hoofd naar links en rechts draaien om naar een trein uit te zien.

Een andere Amerikaanse studie bevestigde dit beeld. Van de ondervraagden dacht 35% dat alle overwegen beveiligd zijn. Nog eens 10% dacht dat alleen overwegen op lijnen die weinig door treinen worden gebruikt, onbeveiligd zijn (Tidwell & Humphreys, 1981).

In een Westduits onderzoek werd eveneens geconstateerd dat weggebruikers

op onbeveiligde overwegen onvoldoende de nodige veiligheid in acht nemen (Amann e.a., 1981), wellicht uit onwetendheid? Hierover zijn in Nederland geen gegevens bekend.

Wellicht is het onderscheid tussen onbeveiligde en beveiligde overwegen niet groot genoeg en draagt dit bij aan misverstanden. Zo lijkt het onderscheid tussen een onbeveiligde overweg en een AHOB-overweg in "ruststand" gering. Dat verschil bestaat uit rechtopstaande rood-wit gekleurde palen met niet-in-functie-zijnde verkeerslichten. Het verschil met een AKI lijkt wat groter, omdat door deze buiten de alarmfase een wit knipperlicht wordt gegeven.

Het kan ook verwarring scheppen dat het type beveiliging of de keus tussen het al-of-niet beveiligen van een overweg, maar weinig zegt over de hoeveelheid passerende treinen en de snelheid ervan. Op zich is er een logische hiërarchie in de verschillende typen, van onbeveiligd, via alleen overweglichten, lichten met halve bomen tot lichten met hele bomen. Behalve voor wat betreft de sluitbomen is die hiërarchie bewust gekozen. Maar de keuze tussen onbeveiligd of beveiligd en tussen AKI of AHOB hangt vooral af van de breedte van de weg. Op onbeveiligde overwegen kunnen net zoveel treinen passeren met even hoge snelheden als op een AHOB-overweg en ze kunnen eveneens van twee kanten tegelijk komen.

### C. Stoppen of nog doorrijden

Wellicht is de verscheidenheid aan gedrag voor en op een overweg een indicatie voor de onzekerheden betreffende de situatie. Wilde e.a. (1975) leidden uit de uiteenlopende beslissingen tot doorrijden of stoppen van weggebruikers af dat de toeleidingswegen tot beveiligde overwegen blijkbaar in belangrijke mate tot inconsistent gedrag en conflicten tussen voertuigen kunnen leiden.

Een ander probleem betreft de kennis over de betekenis van rode knipperlichten. Gebruik van knipperlichten betekent meestal dat er gevaar is en dat men extra goed moet opletten. Uit een Belgisch onderzoek bleek dan ook dat 10% van de ondervraagde weggebruikers dacht dat men bij rode knipperlichten door mag rijden mits men oppast (HRVV, 1979).

Dit percentage lag in een Amerikaanse studie van Tidwell & Humphreys (1981) nog veel hoger, namelijk 43. Ook hierover bestaan geen Nederlandse gegevens.

In tegenstelling tot de verkeerslichtinstallaties in het overige wegverkeer, geven de lichten bij overwegen geen vooraankondiging van het stoplicht. De weggebruiker mag bij rood licht de overweg nog oprijden, mits hij er vóór niet meer kan stoppen. Vooral bij een AKI kan dat tot een verkeerd oordeel aanleiding geven. Bij een AHOB is de beslissing in dit verband eenvoudiger, omdat een dalende boom opgevat kan worden als het einde van de ontruimingstijd.

We hebben er al op gewezen dat een deel van de weggebruikers de neiging heeft, niet te stoppen als dat nog kan, maar beoordeelt of de lichten al lang branden, of de afstand van de trein tot de overweg schat. Om het in de woorden van Paymans (1972) te zeggen: "Vooral de veel van de overweg gebruik makende verkeersdeelnemers zullen uit ervaring weten dat ze na het eerste "geknipper" nog bijna een halve minuut de tijd hebben om over te steken. Met andere woorden: zij zijn in staat op min of meer verantwoorde wijze het vóór (= tijdwinst) en tegen (= risico) van nog oversteken, tegen elkaar af te wegen".

In het reeds genoemde rapport van een Britse werkgroep (Dept. of Transport, 1978) spreekt men zijn verbazing uit over het in vele landen ontbreken van aparte lichten voor het ontruimen en stoppen. Dit schept onduidelijkheid en leidt niet tot gedisciplineerd gedrag.

#### D. Tweede trein

Dat in één alarmfase twee of meer treinen de overweg kunnen passeren, zelfs uit dezelfde richting, wordt te weinig beseft, zo blijkt uit ongevallengegevens. Uit een berekening van de SWOV op basis van VOR-gegevens blijkt dat bij 10% van de ongevallen met dodelijke afloop op beveiligde overwegen, sprake was van een botsing met een tweede trein in dezelfde alarmfase (Tabel 1). Overigens moet men bedenken dat de botsing ook kan plaatsvinden met de eerste trein, terwijl de weggebruiker anticipeerde op de tweede. Kernpunt is dat de weggebruiker anticipeert op een trein, zich niets aantrekt van een alarminstallatie voorzover aanwezig, en in botsing komt met de andere trein.

In Nederland worden weggebruikers weliswaar gewaarschuwd door middel van een bord met de tekst: "WACHT tot het rode licht is gedoofd. Er kan NOG een trein komen". Maar met dit teken weet je nog niet of er wel dan niet een tweede trein zal komen. Meestal komt er maar één trein.

Op AHOB-overwegen is dit probleem iets minder groot. Als de bomen stij-

gen, kan er geen tweede trein binnen enkele seconden passeren. Amann e.a. (1981) constateerden in de Bondsrepubliek Duitsland dat vooral fietsers en voetgangers meteen de overweg opgaan nadat een trein is gepasseerd, terwijl de lichten nog branden. Dit is ook in Nederland een bekend verschijnsel (Dept. of Transport, 1978).

### 3.3.3. Beslissen en handelen

#### A. Afgeleid worden

Als de weggebruiker de overweg heeft gezien en herkend en weet wat zijn taak is bij het voorkomen van een botsing, zal hij tijdig de juiste beslissingen moeten nemen en adequaat moeten reageren op een naderende trein of alarmering. Daarvoor is het ook nodig dat hij niet teveel wordt afgeleid door bijvoorbeeld het overige verkeer of door wijzigingen in het wegverloop.

Siebke (1984) wijst er op dat een weg vaak van karakter verandert ter hoogte van een overweg. Bijvoorbeeld fiets- en voetpaden worden onderbroken. Dat bemoeilijkt de taak van het langzaam verkeer, omdat het moet mengen met het snelverkeer en tegelijk moet anticiperen op treinverkeer.

#### B. Bewust doorrijden

Bewust doorrijden komt in een aantal onderzoeken naar voren. Door middel van observaties is van een aantal riskante situaties te achterhalen of zij te wijten zijn aan bewust riskant gedrag of aan onwetendheid, slecht zicht, weinig opvallendheid enzovoort.

Amann e.a. (1981) constateren dat een deel van de bestuurders ongeacht vervoerwijze, nog probeert onder dalende bomen door de overweg te passeren. Een aantal (brom)fietsers rijdt zelfs zigzaggend om de bomen heen. Ook voetgangers lopen om de bomen heen of er onder door, de overweg op. Hetzelfde blijkt uit NS-gegevens.

In Japan werden weggebruikers die ondanks de waarschuwingssignalen doorden, geïnterviewd. Twee-derde van hen gaf toe de signalen te hebben gezien, sommigen van hen reden om de bomen heen. De meerderheid zei het gevoel te hebben dat de installatie niet deugde of dat ze genoeg tijd hadden om door te rijden (Wilde e.a., 1975).

Volgens Sanders (1975) kijken weggebruikers die plaatselijk bekend zijn, minder goed uit en rijden zij sneller.

In het reeds genoemde rapport van de Britse werkgroep wordt verondersteld dat de tendens waarschuwingssignalen te negeren, samenhangt met de intensiteit op de weg en de ontwerpsnelheid van de weg. Op drukke wegen met een hoge ontwerpsnelheid wordt men meer afgeleid door ander verkeer, staat men meer onder druk van achteropkomend verkeer en wordt men eerder verrast door de overweg (Dept. of Transport, 1978).

Wilde e.a. (1975) constateren dat op spoorwegovergangen buiten de bebouwde kom en in minder bevolkte gebieden, de snelheden van het wegverkeer hoger zijn ongeacht de geldende limiet.

### C. Wachtijd

Bij de weggebruikers die door rood rijden en hun eigen beoordeling willen maken of oversteken nog kan, speelt ongetwijfeld de gedachte mee dat het wachten voor overwegen "zo lang duurt". Sanders (1975) ondervroeg Amerikaanse weggebruikers die zich naar zijn mening onveilig gedroegen. In het algemeen zeiden deze weggebruikers vaker dat zij haast hadden dan de andere weggebruikers. In totaal was 54% van mening dat stoppen een gemiddelde vertraging van 5 minuten of meer betekent. Dat is wel erg lang, maar een deel van de betrokkenen schijnt zich "nog goed weten te herinneren" dat ze "eens een keer een paar minuten moesten wachten", waarbij het kan gebeuren dat er in het geheel geen trein langskwam.

De neiging door te rijden blijkt ook uit snelheidsmetingen. Russell e.a. (1976) constateerden dat weggebruikers bij nadering van een overweg met knipperlichten, eerder en geleidelijker afremmen als zij zien dat de trein dichterbij of op de overweg is, dan wanneer de trein niet zichtbaar is. Het patroon van de snelheden is vaak: in reactie op de lichten iets vertragen, dan met een wat lagere snelheid doorrijden tot dichtbij de overweg en pas echt remmen bij het zien van de trein. Een kleine groep had daarbij een noodmanoeuvre nodig om een botsing te voorkomen. Volgens de onderzoekers had dat vooral te maken met onoplettendheid. Op overwegen met bomen wordt eerder geremd en geleidelijker. Dat bevestigt dat er sprake is van een bewuste poging door te rijden als de bomen geen hinderpaal vormen.

### D. Onbeveiligde overweg

Op een onbeveiligde overweg is de taak voor de weggebruiker in feite het moeilijkst. Men moet de tijd schatten waarin een trein bij de overweg kan



zijn aan de hand van afstand en snelheid. Bij slecht zicht als gevolg van weersomstandigheden zoals mist, moet men soms of alleen afgaan op waarschuwingssignalen van de machinist.

#### 3.4. Kans op een conflict vanwege onvoldoende anticiperen

In de derde fase aan het ongevalsproces heeft de weggebruiker de overweg die hij tegemoet rijdt nog niet opgemerkt. Voor iemand die ter plaatse niet bekend is, komt een overweg altijd onverwacht, maar hij moet er rekening mee houden dat hij een overweg kan passeren. De waarschuwingssignalen zullen aangepast zijn aan de ontwerpsnelheid van de weg, zodat bij een normaal niveau van waakzaamheid en een snelheid die aangepast is aan de weg, een tijdige reactie mogelijk zal zijn. Op wegen met een snelheidslimiet boven 70 km/uur kunnen voor-ijlende gele lichten zijn geplaatst indien de overweg met een AHOB is beveiligd. Anticiperen moet echter concurreren met motieven voor een zo snel mogelijke verplaatsing. Sanders (1975) constateerde dat weggebruikers die een overtreding op overwegen maakten over het algemeen aangaven haast te hebben om hun bestemming te bereiken.

Onvoldoende anticipatie kan ook samenhangen met onvoldoende kennis over de beveiligingssystematiek, bijvoorbeeld met de veronderstelling dat alle overwegen waar een trein kan passeren beveiligd zijn.

Wigglesworth (1977) deed snelheidsmetingen op een onbeveiligde overweg en op de weg daarvoor. De gemiddelde snelheid van 90 km/uur op 150 meter voor de overweg bleek op de overweg gemiddeld met minder dan 10 km/uur te zijn gedaald.

#### 3.5. Kans op een ontmoeting met een trein

De verplaatsingsbehoefte en de routekeuze van de weggebruikers zijn van invloed op het aantal passages op overwegen en daarmee op het aantal potentiële ontmoetingen met treinen.

De routekeuze is o.a. afhankelijk van de situering van bestemmingen, zoals woningen, bedrijven, voorzieningen. Het is logisch dat een beleid dat gericht is op het bevorderen van openbaar vervoer en de bebouwingsdichtheid bij stations vergroot, een vergroting van het aantal passages op overwegen met zich mee kan brengen.

#### 4. INVENTARISATIE VAN OPLOSSINGEN

##### 4.1. Terugdringen kans op letsel bij een botsing

###### 4.1.1. Veranderingen aan de trein

Vooraf bepalend voor de vraag of er voor de zwakke partij overlevingskansen bestaan bij botsingen tussen ongelijkwaardige partners is of de structuur van deze zwakste intact blijft. Dat lijkt bij flankbotsingen (treinfront tegen autoflank) een zeer zware opgave.

Essentieel lijkt in ieder geval dat afstemming in vormgeving nodig is die voorkomt dat een wegvoertuig onder de trein raakt, hetgeen vooral implicaties heeft voor vorm van het treinfront, de hoogte boven de rails ervan en de aanwezigheid van uitsteeksels (koppeling).

Theoretisch denkt men dan verder aan botsenergie-absorberende botskrachtbeperkende elementen aan het treinfront en de trein zijkant (cushioning).

Er kan nog een parallel getrokken worden met botsingen tussen wegvoertuigen en bermbeveiligingsconstructies. De laatst genoemde constructies hebben naast energie-absorptie en krachtbeperking (door vervorming) tevens een geleidende werking. Men zou de trein in deze parallel moeten zien als een rijdende bermbeveiligingsconstructie die het wegvoertuig in richting moet afbuigen en onderschuiven moet voorkomen.

In de literatuur is echter over deze materie nietsgevonden.

###### 4.1.2. De omgeving van de rails

Er moet zoveel mogelijk voorkomen worden dat een voertuig na een botsing met een trein, tegen vaste objecten botst.

##### 4.2. Terugdringen kans op een botsing bij een ernstig conflict

###### 4.2.1. Wegdek

Slipgevaar is onder meer afhankelijk van het wegdek. Vooral bij overwegen is het van belang dat de stroefheid nauwlettend wordt gecontroleerd. Het wegdek van de overweg moet het tevens mogelijk maken deze snel en probleemloos te ontruimen. Dit kan echter als nadelig neveneffect meebrengen

dat de gemiddelde snelheid voor de overwegen toeneemt en dat de neiging vermindert om in een alarmfase te stoppen. Op de weg vóór de overweg zal de gewenste snelheid afgedwongen moeten worden. Hierop komen we terug.

#### 4.2.2. Verkeersregulering

Een belangrijk middel om een file op of direkt na de overweg te voorkomen is gelegen in de verkeersregulering op de aan- en afvoerwegen.

De verkeersafwikkeling op deze wegen zou zo nodig ten koste van andere wegen bevorderd moeten worden. Daarnaast is het meer en meer gebruik dat verkeersinstallaties afgestemd worden op alarmfasen op de overweg. Enerzijds wordt de toevoer van verkeer verminderd, anderzijds de afvoer bevorderd.

Een nadelig neveneffect bij het laatste kan optreden wanneer weggebruikers gebruik willen maken van die afvoermogelijkheden en hiervoor tijdens de alarmfase de overweg oprijden.

#### 4.2.3. Rij-opleiding

In het algemeen is de aandacht in het verkeersveiligheidsbeleid voor het aanleren van noodmanoeuvres nog te gering.

Het op veilige wijze vlot ontruimen van een overweg is één van de situaties waarover elke verkeersdeelnemer enige kennis zou moeten opdoen. Dit kan in samenhang met voorlichting over de beveiligingssystematiek en de specifieke gevaren op overwegen.

### 4.3. Terugdringen kans op ernstig conflict bij een ontmoeting

#### 4.3.1. Kwaliteit alarmlichten

De Nederlandse Spoorwegen verricht onderzoek naar de zichtbaarheid van de rode knipperlichten bij overwegen en zoekt naar verbetering van de opvallendheid met name onder bijzondere omstandigheden, zoals zonverblinding (NPV maatregel 332-14).

#### 4.3.2. Omgeving van de overweg

Zichtbelemmeringen vóór overwegen zijn eveneens onderwerp van studie van de NS in samenwerking met de ANWB (NS, 1984).

Meer in het algemeen kan bekeken worden of in sommige situaties de omgeving van de overweg aanpassing behoeft om de aandacht op de overweg te vergroten. De rijtaak van de weggebruiker in het wegverkeer zou bij overwegen eenvoudiger moeten zijn dan gemiddeld het geval is.

#### 4.3.3. Uitzicht op de trein

Bij onbeveiligde overwegen is het noodzakelijk dat de weggebruiker vanaf het moment dat deze zijn snelheid moet aanpassen, uitzicht heeft op een eventueel naderende trein. Het lijkt echter ook nuttig om dit te bevorderen bij beveiligde overwegen, vanwege de enorme hoeveelheid roodlichtovertredingen. Kennelijk hebben veel weggebruikers een dubbel signaal nodig om gevaar te onderkennen en zijn alarmlichten alleen niet voldoende. Halve bomen kunnen die functie als tweede signaal vervullen, maar bij AKI-overwegen kan alleen de trein als zodanig hiertoe dienen. Wanneer een weggebruiker op eigen gezag het risico bij oversteken wil bepalen, is het beter hem daarvoor de nodige middelen te verschaffen.

Nadelig neveneffect kan zijn dat nog meer weggebruikers anticiperen op de trein zelf, in plaats van op de lichten en zelf willen beoordelen of het gewenst is te stoppen voor de overweg. Het is toch al moeilijk een juiste beoordeling te maken van de tijd die de trein nog nodig heeft voordat deze bij de overweg is. Bovendien is het moeilijk om tegelijk er op te letten of van de andere kant ook een trein komt. Op dit laatste aspect komen we terug bij de bespreking van overwegkenmerken.

#### 4.3.4. Overige verkeerssituaties

Het is nuttig de verkeerssituaties voor de overweg zo eenvoudig mogelijk te maken opdat de aandacht voor de overweg optimaal is. Siebke (1984) beveelt bijvoorbeeld aan fiets- en voetpaden door te trekken of reeds 100 meter voor de overweg te beëindigen, zodat het weven met het snelverkeer ruim voor de overweg plaatsvindt.

#### 4.3.5. Overwegkenmerken

De Haan (1973) onderzocht in een laboratoriumsituatie of wijziging van één of meer vaste kenmerken op een overweg met een AHOB, de reactietijd van proefpersonen kan versnellen. Hij pleit na zijn experimenten voor rood-gele kleuren op slagbomen, grijze kleuren op palen en hekken, knipperlichten op een hoogte van 3,50 m en achterschermen voor de lichten samengevoegd tot één ovaal scherm.

Heathington e.a. (1983) deden recentelijk in de Verenigde Staten eveneens om kenmerken van alarminstallaties te testen. Zes nieuwe systemen werden alle door de proefpersonen beter geacht dan de bestaande systemen, nl.:

- a. in plaats van twee halve bomen, twee maal twee;
- b. idem als a, maar de bomen voorzien van hekken (enigszins vergelijkbaar met de sluitbomen);
- c. aan weerszijden van de weg rode knipperlichten;
- d. idem als c, maar aangevuld met twee maal twee lichten boven de weg;
- e. een verkeerslichtensysteem met groen, geel en rood licht, waarbij in de rode lamp een witte balk knippert;
- f. idem als e, met drie knipperende witte balken per aanrijrichting (naast en boven de weg).

Systemen a en b kregen de meeste voorkeur en leverden de beste reactietijden op. De toevoegingen aan de drie hoofdsystemen, b ten opzichte van a, d ten opzichte van c en f ten opzichte van e, leverden eveneens betere resultaten.

We kunnen concluderen dat er aanleiding is om de beveiligingssystematiek kritisch te heroverwegen - waarvoor ongetwijfeld internationaal overleg nodig zal zijn.

Een aanpassing die reeds veel aandacht heeft, betreft het eveneens aanbrengen van een aparte slagboom op het voetpad ter linkerzijde van een AHOB, omdat voetgangers ook links van de weg kunnen lopen.

Niet alleen de opvallendheid en herkenbaarheid van de overweg en de alarminstallatie zijn in het geding. Ook het onderscheid tussen de verschillende beveiligingssystemen behoeft aandacht.

Sanders (1975) beveelt aan een beter onderscheid te maken tussen de vaste kenmerken van beveiligde en die van onbeveiligde overwegen.

Schoppert & Hoyt (1968) menen eveneens dat op onbeveiligde overwegen andere waarschuwingstekens gebruikt moeten worden. Tevens bevelen ze aan de weggebruikers meer informatie te geven over de treinintensiteiten. Ook andere onderzoekers vinden betere informatie over de aard van de gevaren wenselijk. Voorts achten zij betere educatie en een snelheidsadvies van belang (Tidwell & Humphreys, 1981; Berg e.a., 1982).

Wat de afweging tussen ontruimen en stoppen betreft, in Groot-Brittannië wordt het rode licht op overwegen voorafgegaan door een geel knipperlicht (Dept. of Transport, 1978).

Amann e.a. (1981) bevelen ook een dergelijk systeem aan, om het aantal overtredingen te verminderen.

Wilde e.a. (1975) stellen voor een extra waarschuwingssysteem te installeren op enige afstand van het bestaande systeem om de beslissingonzekerheid voor weggebruikers te verminderen. Kern daarvan is dat niet onmiddellijk voor de overweg het besluit hoeft te worden genomen om door te rijden of te stoppen. Als de weggebruiker het eerste signaal is gepasseerd zonder dat dit geactiveerd is, dan mag hij met de voorgeschreven snelheid doorrijden; is het systeem wel in de alarmfase, dan kan hij doorrijden tot de overweg, tot het tweede alarmsysteem. Het eerste systeem komt met een vast tijdsinterval eerder in actie dan het tweede.

Als waarschuwing voor een tweede trein in dezelfde alarmfase wordt in de Bondsrepubliek Duitsland een apart signaal gebruikt met de tekst "Tweede trein"; tevens gaat een bel rinkelen (Dept. of Transport, 1978).

In Groot-Brittannië geeft een onderbord aan: "Een andere trein is in aantocht als de lichten blijven branden".

De halve bomen gaan in Groot-Brittannië niet naar boven, tenzij de tijd waartussen twee treinen de overweg passeren, voldoende is om de bomen minimaal tien seconden volledig omhoog te laten staan (Dept. of Transport, 1978).

#### 4.3.6. Keuze beveiligingssysteem

De meeste ongevallen op overwegen vinden plaats bij een AKI-beveiliging. In Frankrijk worden geen nieuwe AKI-installaties neergezet en bestaande vervangen door een AHOB of zelfs door een onbeveiligd systeem aangevuld met een stopbord (Dept. of Transport, 1978).

Amann e.a. (1981) menen dat halve bomen ten opzichte van AKI de ongevalenkans met 75% verminderen.

Shinar & Raz (1982) menen dat knipperlichten niet en bomen wél riskant gedrag tegengaan.

#### 4.3.7. Voorlichting

Elke wijziging van de beveiligingssystematiek zal gepaard moeten gaan met voorlichting. Daarnaast kan ook voorlichting over de functie van het knipperlicht voor een deel van de weggebruikers nodig zijn.

#### 4.4. Terugdringen kans op een conflict vanwege onvoldoende anticiperen

Het is aan te bevelen op wegen waar met hoge snelheden wordt gereden, de wegkenmerken voor een overweg zodanig aan te passen dat een snelheidsreductie wordt afgedwongen. Dit zal echter zo moeten gebeuren dat de aandacht voor de overweg niet wordt afgeleid.

#### 4.5. Terugdringen kans op een ontmoeting met een trein

##### 4.5.1. Routegeleiding

Door middel van routegeleiding kan in principe getracht worden op bepaalde overwegen het aantal passages te verminderen. Wanneer bij een overweg regelmatig filevorming optreedt, kan routegeleiding eveneens een oplossing zijn.

##### 4.5.2. Opheffing overwegen

Opheffen van overwegen, bijvoorbeeld door ongelijkvloerse kruisingen te maken, is reeds jarenlang een belangrijk beleidsinstrument van de Nederlandse Spoorwegen.

#### 4.6. Samenvatting oplossingen

De geïnventariseerde oplossingen zijn in een aantal categorieën samen te vatten:

##### 1. Voertuigkenmerken

Wellicht zijn er maatregelen aan de trein te treffen om de letselernst te verminderen van botsingen met treinen. Nader onderzoek is gewenst.

## 2. Wegkenmerken

De weg en haar omgeving moeten de rijtaak van de weggebruiker bij overwegen eenvoudig maken, opdat deze zijn aandacht op het treinverkeer en de alarminstallaties kan concentreren.

Tevens is in het gebied van de overweg zelf aandacht nodig voor de kans op botsingen tegen vaste obstakels, na een botsing met een trein.

## 3. Overwegkenmerken

Een kritische doorlichting van de kenmerken is gewenst, enerzijds om voldoende herkenning ten opzichte van de gehele verkeerssituatie op te roepen, anderzijds om het onderscheid te verbeteren tussen de beveiligingssystemen en de daaruit voortvloeiende taken van de weggebruiker om een botsing te voorkomen. Ook hier is nader onderzoek nodig.

## 4. Verkeerskenmerken

De verkeerssituatie dient eenvoudig te zijn vanaf het moment dat een weggebruiker aandacht nodig heeft voor een overweg.

Voorzover rijtaakverlichtende maatregelen een stimulerende werking hebben op rijsnelheid en riskant gedrag, of voorzover dit gedrag toch al tegengegaan moet worden, zijn snelheidsremmende maatregelen noodzakelijk.

Voorts blijft het noodzakelijk het aantal passages op overwegen te verminderen.

## 5. Persoonskenmerken

Opleiding en voorlichting kunnen de weggebruiker beter voorbereiden op zijn taken bij een overweg. Zij zijn tevens een hulpmiddel bij andere maatregelen, om het nodige effect daarvan te bereiken.



## 5. AANBEVELINGEN VOOR ONDERZOEK

### 1. Letselernst

- Analyse van ongevalgegevens in relatie tot botsomstandigheden.

### 2. Kennis van de weggebruiker

- Onderzoek naar kennis van weggebruikers ten aanzien van betekenis knipperlichten, afweging tussen ontruimen of stoppen, tweede trein.
- Onderzoek naar mogelijkheden om weggebruikers betere informatie te verschaffen over potentiële gevaren op overwegen, wellicht ander onderscheid tussen beveiligde en onbeveiligde overweg, informatie over treinsnelheden.
- Onderzoek naar mogelijkheden om bij rij-opleiding meer te doen aan overwegen.

### 3.

- Onderzoek naar de opvallendheid van overwegen en naar de opvallendheid van alarminstallaties en naar de onderlinge relatie van beide.
- Onderzoek naar het optimaliseren beveiligingssystemen met het oog op die opvallendheid.
- Onderzoek naar maatregelen tegen zonverblindings.

### 4.

- Onderzoek naar belang van verbeteren van het uitzicht op de trein.
- Onderzoek naar belang van ander of toegevoegd verkeerslichtensysteem.
- Onderzoek naar belang van en mogelijkheden voor apart tweede-treinteken.

LITERATUUR

Amann, H.; Körner, G. & Kröh, J. (1981). Das Verhalten der Wegbenutzer am Bahnübergang. Zeitschrift für Verkehrssicherheit 27 (1981)3: 99-105.

Berg, W.D.; Knoblauch, K. & Hucke, W. (1982). Causal factors in railroad-highway grade crossing accidents. Transportation Research Record 847. TRB, Washington D.C., 1982.

Blokpoel, A. & Van Boven, A. (1983). De verkeersonveiligheid in Nederland 1981/1982. R-83-42. SWOV, 1983.

Department of Transport (1978). Report on Level crossing protection, including visits to the Netherlands, French, West German and Swiss Railways. HMSO, London, 1978.

Godthelp, J. (1984). Studies on human vehicle control. 1984.

Haan, P. de (1973). Experimentele vergelijking van een aantal vaste overwegkenmerken (Type AHOB). Rapport VK 7303/EW 75. R.U. Groningen, 1973.

Hasselmann, ir. D.C. (directeur N.V. Nederlandse Spoorwegen) (1984). Toespraak bij de start van de actie "Stop ervoor niet eronder" op 17 september 1984 te Zwolle.

Heathington, K.W.; Fambro, D.B. & Rochelle, R.W. (1983). Laboratory evaluation of six active warning devices for use at railroad-highway grade crossings. University of Tennessee, Knoxville, 1983.

Hitz, J.S. (1983). Accident severity prediction formula for rail-highway crossings. U.S. Department of Transportation (TSC), Cambridge, MA., 1983.

Hopkins, J.B. & White, E. (1977). Improvement of de effectiveness of motorist warnings at railroad-highway grade crossings. U.S. Department of Transportation (TSC), Cambridge, MA., 1977.

HRVV (1979). De overweglichten (Opiniepeiling 1978). In: Hoge raad voor de verkeersveiligheid Jaarverslag 1978, blz. 47-48, HRVV, Brussel, 1979.

Huijbers, ir. J.J.W. (1984). Een beschrijving van fietser- en bromfietserongevallen ten behoeve van prioriteitsindelingen bij het letselpreventie-onderzoek. R-84-38. SWOV, Leidschendam, 1984.

IWACC (1984). Verslag van lokatie-onderzoek spoorwegovergangen. IWACC, Zaanstad, 1984.

Kampen, ir. L.T.B. van (1985). Rijsnelheid, botssnelheid en afoop van botsingen tussen tweewielers en motorvoertuigen. R-85-8. SWOV, Leidschendam, 1985.

Knoblauch, K.; Hucke, W. & Berg, W. (1982). Rail highway crossing accident causation study, Vol. I. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 1982.

NPV (1983). Nationaal Plan voor de Verkeersveiligheid. Den Haag, 1983,

NS (1983). Jaaroverzicht overwegen 1982. N.V. Nederlandse Spoorwegen, Utrecht, 1983.

NS (1984). Jaaroverzicht overwegen 1983. N.V. Nederlandse Spoorwegen, Utrecht, 1984.

NS (1985). Jaaroverzicht overwegen 1984. N.V. Nederlandse Spoorwegen, Utrecht, 1985.

Paymans, P.J. (1972). Is een bijna-ongeval bijna een ongeval? Een exploratieve analyse van de bijna-ongevallen op overwegen. Universiteit van Amsterdam, 1972.

Russell, E.R.; Michael, H.L. & Butcher, T.A. (1976). Analysis of changes in driver reaction to improved warning devices at a rural grade crossing. Purdue University, West Lafayette, Ind., 1976.

Sanders, J.H. (1975). Driver performance in countermeasure development at railroad-highway grade crossings. Paper 54th Annual Meeting TRB, Washington, D.C., 1975.

Scholten, P.Th. (1972). Kruispunten tussen rail en weg. Arnhem, 1972. (Aangehaald in: De Haan, 1973).

Schoppert, D.W. & Hoyt, D.W. (1968). Factors influencing safety at highway-rail grade crossings. NCHRP Report 50. Highway Research Board, Washington, D.C., 1968.

Shinar, D. & Raz, S. (1982). Driver response to different railroad crossing protection systems. Ergonomics 25 (1982) 9: 801-808.

Siebke, H. (1984). Sicherheit am Bahnübergang. Internationales Verkehrswesen 36 (1984) 4: 276-285.

Tidwell Jr., J.E. & Humphreys, J.B. (1981). Driver knowledge of grade-crossing information. Transportation Research Record 811. TRB, Washington, D.C., 1981.

Tweede Kamer der Staten-Generaal, Vergaderjaar 1983-1984, Aangangsels van de Handelingen, blz. 677.

Verhoeven, A.J. (1970) Analyse bijna-ongevallen op overwegen. R.U. Utrecht, 1970.

Wigglesworth, E.C. (1977). The effect of local knowledge and of sight restrictions on driver behaviour at "open" road-rail crossing. Melbourne, 1977.

Wilde, G.J.S.; Cake, L.J. & McCarthy, M.B. (1975). An observational study of driver behaviour at signalized railroad crossings. CIGGT Report No. 75-16. Queen's University, Kingston, Ontario, 1975.

	1	2	3	4	5	6	Totaal
pers.auto	4	2	37	39	82	7	89
vrachtauto	-	-	1*	1	2	-	2
bestelauto	-	-	4	5	9	-	9
motor	-	-	2	-	2	-	2
bromfiets	4	-	21	23	48	-	48
fiets	3	2	9	10	25	2	27
voetganger	2	1	6	6	13	1	14
landb.voert.	-	1	1	3	5	-	5
Totaal	13	6	81	87	186	10	196

\* Vrachtauto die bromfietser dodelijk doet verongelukken nadat vrachtauto van achteren door een trein was gegrepen.

1: Aantal ongevallen waarbij een trein van links komend passeerde en vervolgens de botsing plaatsvond met een trein van rechts.

2: Aantal ongevallen waarbij een trein van rechts komend passeerde en vervolgens een botsing plaatsvond met een trein van links.

3: Aantal ongevallen met een trein van rechts komend zonder dat sprake was van een trein van links.

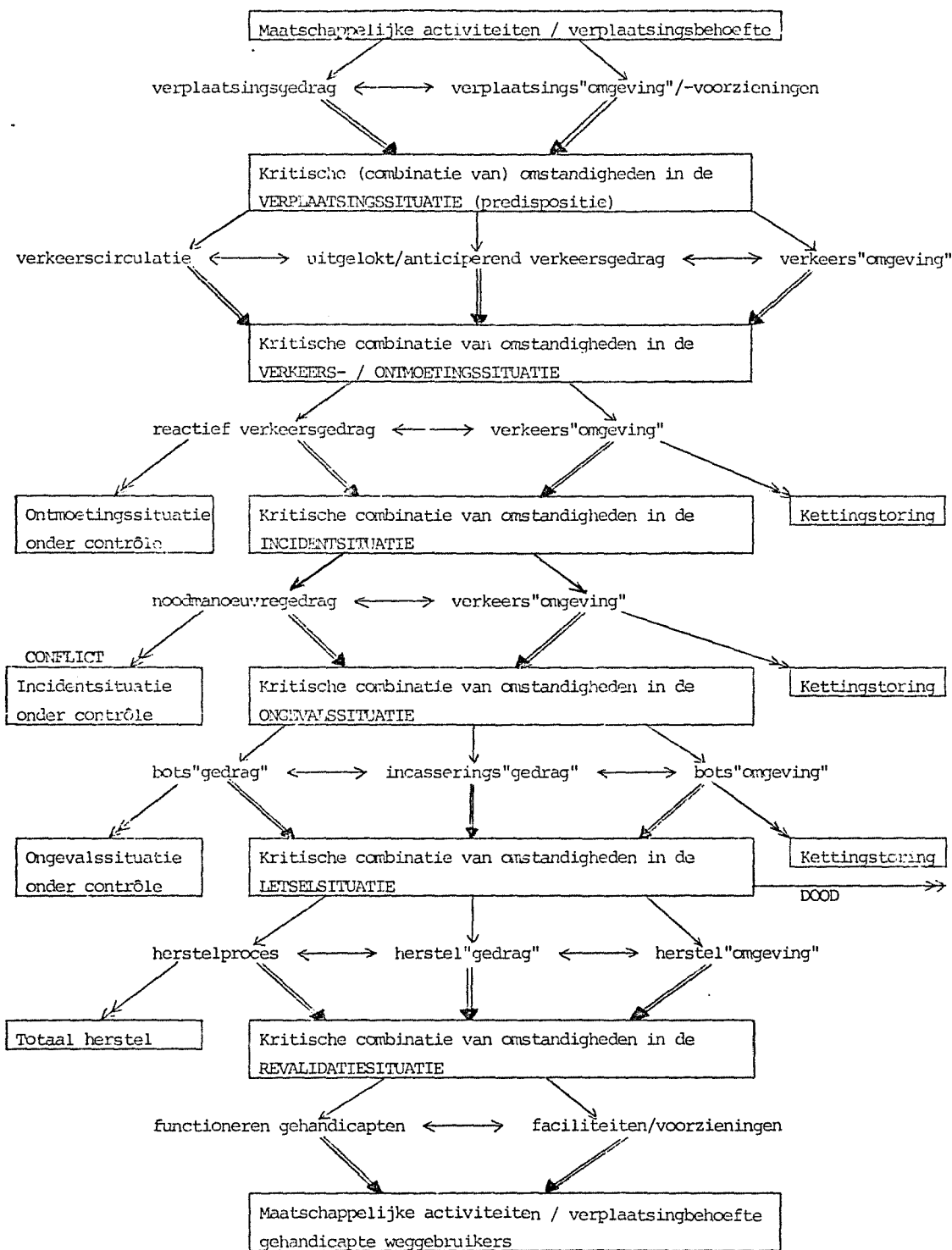
4: Aantal ongevallen met een trein van links komend zonder dat sprake was van een trein van rechts.

5: Totaal aantal ongevallen waarbij gemeld is uit welke richting de trein kwam.

6: Aantal ongevallen waarbij géén melding is gedaan uit welke richting de trein kwam.

Tabel 1. Overzicht van ongevallen met dodelijke afloop op beveiligde overwegen in de jaren 1978 t/m 1982 naar de richting van trein waarmee botsing plaatsvond.

FASIE-MODEL VAN HET ONGEVALSPROCES OP COLLECTIEF NIVEAU



Legenda: —> bepaalt (mede); <-> in samenhang met: ==> (falen) leidt tot.