

EEN ANALYSE VAN HET VERSCHIJNSEL VERKEERSVEILIGHEID

Bijdrage voor "Verkeer en vervoer in historisch perspectief";
Een uitgave ter gelegenheid van het afscheid van Prof.ir. J.
Volmuller, hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft.
Delftse Universitaire Pers, Delft, 1981, blz. 105 t/m 119.

Ir. E. Asmussen, directeur Stichting Wetenschappelijk Onderzoek
Verkeersveiligheid SWOV en
docent Verkeersveiligheid aan de afdeling Civiele Techniek
(vakgroep Verkeerskunde/Verkeersbouwkunde) der Technische
Hogeschool te Delft

R-81-27

Voorburg, 1981

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

"Eén ongeval met één dode is een tragedie voor de betrokkenen; één ongeval met tien of meer doden is een ramp; één miljoen ongevallen per jaar met 2000 doden en 60.000 gewonden is statistiek."

1. Inleiding

Anno 1980 waren er in het wegvervoersysteem in Nederland ca. 2000 doden te betreuren en raakten er ca. 60.000 personen gewond. Dit meest tragische deel van het verschijnsel verkeersonveiligheid werd nog gecompleteerd door vele honderdduizenden verkeersongevallen die uitsluitend materiële schade tot gevolg hadden en met incidenten (bijna-ongevallen) waarbij de betrokkenen, zoals dat heet, "met de schrik vrij kwamen".

In dit beeld van de verkeersonveiligheid ontbreekt dan nog het aantal blijvend gehandicapten dat ieder jaar opnieuw wordt toegevoegd aan die van de vorige jaren, aangezien niet alle gewonden volledig herstellen.

Met dit sombere beeld is de definitie van het begrip verkeersonveiligheid voor het jaar 1980 maar voor een deel ingevuld. Immers, verkeersonveiligheid is het geheel van kritische samenlopen van omstandigheden in het verkeer, van incidenten (bijna-ongevallen) en van ongevallen met hun ongewenste (blijvende) gevolgen, zoals doden, gewonden, invaliden en materiële schade.

Deze definitie omvat ook het geheel van kritische samenlopen van omstandigheden in het verkeer. Verkeersongevallen zijn zelden toe te schrijven aan bepaalde unieke omstandigheden of kenmerken van een verkeerssituatie of van personen. Immers, aanwijsbare plaatsen die men nooit kan passeren zonder een ongeval te krijgen zijn er niet, vervoermiddelen die altijd bij een ongeval betrokken zijn bestaan niet, personen die altijd ongevallen veroorzaken zijn er niet en ook weersomstandigheden die altijd tot verkeers-

ongevallen leiden komen niet voor. Toch gebeuren er verkeersongevallen, zeker niet bij iedere verplaatsing, maar kennelijk zijn er kritische samenlopen van omstandigheden (zgn. situatiekenmerken) die noodzakelijke en voldoende voorwaarden zijn om tot verkeersongevallen te leiden.

2. Model van het ongevalsproces

Teneinde meer inzicht in het verschijnsel verkeers(on)veiligheid te krijgen kunnen de ongevallen en de incidenten geanalyseerd worden. Dit gebeurt doorgaans met statistische methoden en technieken die erop gericht zijn relaties te vinden tussen kenmerken van de elementen van het vervoersysteem (de weg, het voertuig, het verkeer en de mens) en de ongevallenkans. Daarbij is het van belang ook inzicht te hebben in de tussenprocessen. Het volgende voorbeeld moge dit duidelijk maken. De kenmerken: brede rijbaan en scherpe bocht, correleren met een hoge ongevallen- en letselkans van automobilisten, vooral 's nachts bij een nat wegdek. Deze correlatie geeft nog nauwelijks aanwijzingen omtrent de gewenste maatregelen, noch over het eventuele succes van verandering van de in deze relatie genoemde kenmerken.

De tussenprocessen die in dit voorbeeld, maar ook in het algemeen, een belangrijke rol spelen zijn weergegeven in Afbeelding 1, waarin een model van het ongevalsproces is beschreven, zoals dat zich vooral op het manoeuvre-niveau afspeelt.

Het "uitgelokte" verkeersgedrag op het weggedeelte voorafgaand aan de bocht, waar kennelijk een kritische samenloop van omstandigheden kan ontstaan, betreft in dit geval het volgen van de weg met een bepaalde rijsnelheid en attentieniveau van de bestuurder. Brede wegen "lokken" doorgaans hoge snelheden uit. Op lange rechte wegen is doorgaans het attentieniveau van de bestuurder laag. Ook de motivering van het verplaatsingsdoel, de voertuigkeuze, de routekeuze en vooral van het reisschema is van invloed op het verkeersgedrag.

De waarneming van een kritische samenloop van omstandigheden in het geval van een scherpe bocht is niet alleen afhankelijk van de verschillende waarnemingscomponenten, zoals zichtbaarheid, opvallendheid, herkenbaarheid en localiseerbaarheid. Ook de algemene en specifieke verwachting die de bestuurder heeft speelt een belangrijke rol. De algemene verwachting in het voorbeeld van de bocht betreft het punt of er in het type weg waar men op rijdt in het algemeen wel scherpe bochten voorkomen. De specifieke verwachting betreft datgene wat men op grond van de kenmerken van het voorafgaande weggedeelte denkt te kunnen verwachten.

In een autosnelweg verwacht men in het algemeen geen scherpe bochten. Een bocht in een rechte polderweg verwacht men niet omdat al een groot gedeelte van die weg recht was en niet omdat in polderwegen nooit scherpe bochten voorkomen.

Het kritisch zijn van een samenloop van omstandigheden, bijvoorbeeld bij een scherpe bocht in de weg, is afhankelijk van:

- het soort vervoermiddel waarmee men zich verplaatst; de bewegingskenmerken van het betreffende vervoermiddel, zoals wegligging, remvermogen en stuureigenschappen;
- de kenmerken van de verkeersdeelnemer, zoals vermoeidheid, stress, invloed van alcohol, gezichtsvermogen en leeftijd;
- het "uitgelokte" verkeersgedrag op het weggedeelte voorafgaand aan de bocht, zoals de snelheid en de waakzaamheid van de bestuurder;
- de wegkenmerken ter plaatse van de bocht, zoals de straal van de bocht, de breedte van de rijbaan, de verkanting en het verlichtingsniveau;
- de wegdekkenmerken ter plaatse van de bocht, zoals stroefheid, spoorvorming, drainage en vervuiling;
- de aanwezigheid van andere vervoermiddelen, etc.

Wanneer de bocht tijdig kan worden waargenomen of waarschuwingstekens voldoende informatie over de (scherpte van de) bocht verschaffen dan zal de bestuurder anticiperen door bijvoorbeeld snelheid te verminderen en zijn attentieniveau te verhogen ("anticiperend" verkeersgedrag).

Of men anticipeert, of men voldoende anticipeert, is afhankelijk van de ervaring met en de voorspellingsmogelijkheden ten aanzien van het gewenste gedrag bij het "nemen" van de scherpe bocht. Deze voorspellingsmogelijkheden zijn weer afhankelijk van de informatie die de bestuurder krijgt over de weg-, wegdek- en verkeerskenmerken in de bocht en de mate waarin hij deze informatie kan verwerken, onder andere in verband met zijn algemene en specifieke verwachting.

Wanneer de bestuurder niet anticipeert of niet voldoende anticipeert dan zal een noodmanoeuvre nodig zijn om niet "uit de bocht te vliegen". In dit geval kan dit een slipcorrectie betreffen, een extreme stuurcorrectie of mogelijk een noodremming vlak voor de bocht. Bij het al-of-niet slagen van een noodmanoeuvre spelen een rol:

- de stuuereigenschappen van het vervoermiddel, zowel voor het rijden van de bocht als voor het corrigeren van een slip;
- de wegligging en de remeigenschappen van het vervoermiddel;
- de reactie-capaciteit en noodmanoeuvre-vaardigheden van de bestuurder;
- de weg- en wegdekkenmerken, zoals vochtigheid, stroefheid, spoorvorming, verkanting en vervuiling;
- de aanwezigheid van noodmanoeuvre-ruimte, zoals een vluchtstrook, etc.

Slaagt de noodmanoeuvre, dat wil zeggen het vervoermiddel geraakt niet van de weg en komt niet in botsing met een botsobject op of naast de weg, dan spreken we van een incident (bijna-ongeval) met doorgaans alleen schrik als gevolg. Geraakt het vervoermiddel echter op de andere weghelft dan kan een kettingstoring ontstaan wanneer er tegemoetkomend verkeer aanwezig is. Voor dit verkeer ontstaat dan een kritische samenloop van omstandigheden en begint het proces opnieuw.

Wanneer de noodmanoeuvre mislukt en het vervoermiddel geraakt van de weg, kantelt of komt tegen een botsobject (obstakel langs of

op de weg, ongelijke berm, steil talud of water) dan spreken we van een ongeval (botsing).

Het gevolg van een ongeval (dood, letsel, materiële schade) is afhankelijk van:

- de botseigenschappen van het betreffende vervoermiddel (botsveiligheid) en van het obstakel (agressiviteit);
- het incasseringsvermogen van de bestuurder en andere inzittenden;
- bij vrachtvervoer komt daar nog bij het "gedrag" van de lading bij de botsvertraging, het "incasseringsvermogen" van de verpakking van de lading en de "uitwerking" van het vrijkomen van de lading (milieuschade).

Het herstel van de gevolgen van ongevallen betreft hulpverlening ter plaatse van het ongeval, vervoer van gewonden, behandeling en genezing van letsels, afvoer van beschadigde vervoermiddelen en reparatie van de materiële schade.

Ook kan weer een kettingstoring ontstaan, zowel met het tegemoetkomende als met het achteropkomende verkeer en ontstaat opnieuw een kritische samenloop van omstandigheden.

Door gebruik te maken van de theorieën die aanwezig zijn omtrent de tussenprocessen kan inhoud gegeven worden aan de gevonden statistische relaties en kunnen de mogelijke maatregelen tegen elkaar afgewogen worden op basis van de te verwachten effecten op de tussenprocessen.

Ook bij het ontbreken van statistische relaties, bijvoorbeeld bij het bestuderen van locaties en van kleine gebieden zal gebruik gemaakt moeten worden van een dergelijke analyse van de tussenprocessen. Daar vallen immers "niet voldoende" doden en gewonden om met statistische methoden en technieken "uitspraken" te kunnen doen.

3. Samenhang van onderzoek- en beleidsterreinen betreffende het wegvervoersysteem

Het wetenschappelijke verkeersveiligheidsonderzoek is in het begin van de zestiger jaren pas goed op gang gekomen.

De maatschappelijke aandacht voor verkeersveiligheid is vanaf die tijd sterk blijven toenemen, terwijl ook de politieke interesse groter werd. Daaraan liggen twee redenen ten grondslag. Ten eerste is er in toenemende mate het streven naar verhoging van het welzijn naast welvaartsverhoging. Ten tweede wordt de bedreiging van leven en welzijn steeds groter ten gevolge van het complexer en grootschaliger worden van systemen die ons omringen en waarvan we deel uitmaken, zoals het wegvervoersysteem. De ontwikkelingen van de schadelijke gevolgen zijn niet voldoende in de hand gehouden. Dat is ook niet verwonderlijk.

Het wegvervoersysteem is in zijn huidige vorm en functioneren in feite het werk van monodisciplinair werkende onderzoekers en beslissers. Planologen op het gebied van stedenbouw en vervoer beslissen welke wegen aangelegd moeten worden en waar ze gesitueerd moeten zijn. Verkeerskundigen beslissen hoe de wegen moeten worden ontworpen en ingericht. Wegbouwkundigen beslissen hoe deze wegen moeten worden gebouwd en welke materialen er gebruikt moeten worden. Voertuigkundigen beslissen hoe vervoermiddelen ontworpen moeten worden en hoe ze moeten functioneren. Gedragswetenschappers en juristen beslissen hoe de wegen en de vervoermiddelen gebruikt moeten worden.

Eigenlijk werkt iedereen min of meer onafhankelijk van de ander met nauwelijks of geen kennis van het gebied van de ander. En de weggebruiker die, zoals iedereen langzamerhand wel weet, beperkt is in zijn mogelijkheden tot waarnemen, beslissen en handelen, moet dan maar functioneren in een wegvervoersysteem dat duidelijk de sporen draagt van het feit dat door de beslissers niet voldoende is uitgegaan van de wisselwerking tussen alle elementen, zoals de weg, het voertuig, het verkeer, de mens en de omgeving.

De eerder genoemde onderzoekers en beslissers zijn zich er te lang niet van bewust geweest dat het wegvervoersysteem gedefinieerd is als het geheel van elementen of entiteiten, die elkaar wederzijds beïnvloeden en geordend zijn volgens een plan, teneinde een bepaald doel te bereiken.

Het moge duidelijk zijn dat niet iedereen zich bezig kan houden met het gehele vervoersysteem.

Bij de bestudering en bij de beheersing zullen subsystemen noodzakelijkerwijs onderscheiden moeten worden. Maar gegeven de bovengenoemde wisselwerking tussen de elementen is het van groot belang de juiste systeemgrenzen te kiezen.

Dit vereist een structurele analyse van de problemen alvorens met onderzoek te beginnen of aan mogelijke maatregelen te denken.

Daartoe zullen steeds de volgende vragen beantwoord moeten worden:

- a. Wat, welk probleem, welk proces moet worden beheerst?
- b. Waartoe en waarom moet worden beheerst?
- c. Hoe en wanneer moet worden beheerst?
- d. Wie moet wat beheersen en wanneer?

De beslisser is meestal geneigd te beginnen met het "hoe". Ook de burgers, de politici oefenen druk uit op de beslissers om maatregelen te nemen, niet om probleemsituaties op te lossen. Vaak wordt dan ook gezocht naar oplossingen voor problemen die eigenlijk niet voldoende bekend zijn, zeker niet vanuit maatschappelijk oogpunt.

Toch is het uiteindelijk de gemeenschap die beoordeelt of bepaalde ontwikkelingen acceptabel zijn of niet.

Is nu de verkeersonveiligheid alleen te wijten aan het gebrek aan samenhang tussen het werk van stedenbouw- en vervoersplanologen, verkeerskundigen, wegbouwkundigen, voertuigkundigen, gedragswetenschappers en juristen?

Is het vooral het niet voldoende onderkennen van de wisselwerking tussen de elementen mens, voertuig, weg, verkeer en omgeving dat debet is aan de huidige verkeersonveiligheid?

Beide zaken spelen wel een rol, maar zijn niet alleen en niet vooral voldoende voorwaarde voor de verkeersonveiligheid.

Er zijn een aantal "mechanismen" te noemen die een belangrijke rol meespelen ten aanzien van de verkeersonveiligheid. Teneinde deze in het kort te kunnen weergeven is een grote mate van simplificering noodzakelijk.

Deze "mechanismen" betreffen de "besturing" van het vervoer- en verkeerssysteem enerzijds en de beslissings- en leerstrategieën van de mens anderzijds. Het moge duidelijk zijn dat deze "mechanismen" elkaar beïnvloeden. Gebrek aan kennis over de beslissings- en leerstrategieën van de mens kan de besturing van het vervoer- en verkeerssysteem uiterst ongunstig beïnvloeden zonder dat dit nog "zichtbaar" is.

4. "Besturing" van het vervoer- en verkeerssysteem

De "besturing" van elk complex en grootschalig systeem, zoals ook het wegvervoersysteem gekenschetst kan worden, verloopt in feite zeer traag.

Michon vergelijkt het "besturen" van het wegvervoersysteem met het besturen van een volgeladen mammoettanker.

Wanneer op zo'n schip het roer radicaal wordt omgegooid, zal men pas geruime tijd later het effect, namelijk een koersverandering, kunnen bespeuren.

Hiervoor zijn twee redenen te noemen:

1. de traagheid van het gehele stuursysteem waardoor de reactie van de mammoettanker pas na verloop van tijd zichtbaar wordt (vergelijk de traagheid van het registreren van ontwikkelingen in het vervoerssysteem en met name van de ongevallenregistratie);
2. de beperkingen van het menselijk waarnemingsvermogen, waardoor langzame, geringe veranderingen niet of onvoldoende gesignaleerd worden (vergelijk de beperkingen van statistische analysemethoden om veranderingen in ongevallenpatronen zichtbaar te maken).

Op het moment dat de outputveranderingen waargenomen kunnen worden is het zowel op de mammoettanker als in het wegvervoersysteem veelal te laat om nog tijdig en effectief te kunnen corrigeren. Gezagvoerders van mammoettankers reageren dan ook niet zozeer op de veranderingen van de koers van het schip (outputvariabele; vergelijk ongevallengegevens), maar anticiperen op de outputverandering door te reageren op gegevens over de tussenprocessen (proces-

variabelen, zoals snelheid, stand van het roer, stroomrichting en -snelheid, etc.). Daarbij beschikken zij over voldoende kennis en inzicht over de relatie tussen de verandering van het "stuurwiel" (regelvariabele) en de procesvariabelen en de invloed hiervan op de verandering van de koers (outputvariabele). Ze wachten dus niet tot het moment waarop de koersverandering zich volledig manifesteert, maar sturen steeds bij op basis van veranderingen in de procesvariabelen.

Deze gezagvoerders hebben deze kennis verkregen uit experimenten of uit simulaties waarin de werkelijkheid in diverse situaties werd onderzocht of werd nagebootst.

Deze vorm van besturing vraagt wel regelmatig om een "plaatsbepaling", teneinde het "gegist bestek" te controleren en bij te stellen. In termen van het vervoersysteem betekent dit dat outputvariabelen (ongevallengegevens) gemeten moeten worden om de voorspelde relatie tussen procesvariabelen en outputvariabelen te kunnen toetsen (kennisvermeerdering).

Het besturingsmechanisme richt zich vooral op de regelvariabelen van het wegvervoersysteem (kenmerken van de weg, het voertuig, de mens, het verkeer, de omgeving, etc.). Op dezelfde wijze als hierboven beschreven kan de besturing ook gericht zijn op de inputvariabelen, bijvoorbeeld op verandering van de behoefte aan of vraag naar verplaatsingen sec of met een bepaald vervoermiddel, etc.

5. Beslissings- en leerstrategieën van de mens

Het tweede mechanisme betreft de beslissings- en leerstrategie van de mens.

We moeten helaas nog steeds constateren dat vele technici te optimistische stereotype opvattingen over het menselijk gedrag hanteren. Deze technici constateren slechts dat de mens zich niet "aangepast" gedraagt in de omgeving die zij toch goed hebben gecreëerd. En men hoopt dan dat anderen in staat zijn de "mentaliteit" van de weggebruikers te verbeteren.

Het zou hier te ver voeren een complete verhandeling te geven over het beslissings- en leergedrag van de mens als weggebruiker/verkeersdeelnemer.

Volstaan zal worden met enkele saillante punten die tot nu toe te weinig aandacht hebben gekregen in de vormgeving en inrichting van de omstandigheden waarin de mens binnen een systeem moet functioneren.

1. De mens is een adaptief, informatieverwerkend wezen, dat zich meer of minder flexibel aan zijn omgeving aanpast, en door een (zeer) beperkte, niet geheel constante, capaciteit wordt gekarakteriseerd. De volgende voorbeelden mogen dit verduidelijken.

Op een kronkelige, smalle landweg buiten de bebouwde kom zullen automobilisten zelden hard rijden.

Daarentegen zal op een brede rechte asfaltweg met hoge snelheden gereden worden, zelfs wanneer deze weg door een woonwijk loopt en ondanks een snelheidsbeperking van 50 km/h.

Het is de vraag of we in het laatste geval moeten spreken van onverantwoordelijk handelen (gedrag) van de automobilisten of van onverantwoordelijk handelen van de ontwerper van deze weg. De omstandigheden op de landweg bevorderen kennelijk wel het voor die omstandigheden gewenste gedrag, de omstandigheden op de asfaltweg kennelijk niet.

Men hoort ook vaak na ongevallen: ik heb die bocht niet gezien of ik heb die voetganger te laat gezien.

De informatie over de aanwezigheid van een bocht of van een voetganger is in meer of mindere mate altijd wel aanwezig. Toch "bereikt" deze informatie de menselijke hersenen niet altijd of dringt niet voldoende ver door.

Wanneer men iets niet verwacht wordt bepaalde informatie soms niet ontvangen, dat wil zeggen dat wat het netvlies van het oog "ziet" wordt niet altijd doorgegeven wordt via de zenuwen naar de hersenen. Ditzelfde kan ook voorkomen door tijdelijke fysiologische omstandigheden, motivering, etc.

Vervolgens vindt er in de hersenen een selectie plaats van alle

wel "doorgedrongen" informatie. Hierbij speelt de eerder opgebouwde geheugeninhoud een belangrijke rol, bijvoorbeeld de "opgeslagen" specifieke ervaring met dezelfde of soortgelijke situaties. De informatie die niet "aansluit" op het geheugen, en ook die in strijd is met de motivering zal verworpen worden.

Slechts die informatie die werkelijk waargenomen wordt, dat wil zeggen die alle "zeven" van oog-, hersen- en geheugenwerking passeert, zal verwerkt worden tot een beslissing.

2. De mens hanteert bij zijn beslissingen het profijtbeginsel, dat wil zeggen hij weegt de voordeligheid van een handeling of een activiteit af tegen de nadeligheid c.q. het risico ervan. De context van deze afweging is de motivering die voortvloeit uit het doel van de activiteit.

Uit onderzoek naar parkeergedrag blijkt dat zakenmensen die op tijd op een zakenafpraak moeten zijn wel geneigd zijn fout te parkeren, met het risico van een bekeuring, doch dat dezelfde mensen correct parkeren, zelfs al kan dit slechts op een plaats die aanzienlijk verwijderd is van de bestemming, wanneer zij in hun vrije tijd boodschappen gaan doen.

Te vaak wordt gedrag opgelegd via gedragsregels in situaties waarvan het ongewenste gedrag door de omstandigheden die gecreëerd zijn aantrekkelijker is dan het gewenste gedrag.

Wanneer we bedenken dat het verplaatsen doorgaans al een offer is dat gebracht moet worden om ergens een bepaalde activiteit te gaan verrichten, dan mogen we verwachten dat alle pogingen ondernomen zullen worden om dit offer zo klein mogelijk te maken. Dit kan zowel de tijd betreffen die men wil besparen als de afstand die men wil bekorten.

3. De mens neemt het risico (als kansverschijnsel) dat hij loopt in het verkeer niet of nauwelijks waar, dat wil zeggen dat verkeersrisico zelden een rol speelt bij een afweging die gebaseerd is op het profijtbeginsel.

De kans om per verplaatsing bij een letselongeval betrokken te raken is ongeveer 1 op 150.000 en om gedood te worden ongeveer

1 op 5 miljoen. De kans om per reizigerskilometer letsel op te lopen of gedood te worden is nog kleiner.

Dergelijke kleine kansen zijn voor de mens niet waarneembaar en spelen geen rol in zijn beslissingsgedrag.

Slechts zijn specifieke ervaring in bepaalde situaties waarin hem risico is gebleken werkt door in het nemen van beslissingen in soortgelijke situaties, mits de informatie over deze situaties aansluit bij de geheugeninhoud die eerder werd opgebouwd.

4. Uit het voorgaande moge duidelijk zijn dat het waarnemen en vooral het herkennen van een mogelijke kritische samenloop van omstandigheden, het adequaat anticiperen en reageren sterk afhankelijk is van de ervaring die men heeft opgedaan in het werkelijke verkeer. Het gaat feitelijk om een leerproces in de werkelijkheid. Verkeersdeelnemers wordt vaak "hardleersheid" verweten, maar dit kunnen we met evenveel recht de beslissers, de technici verwijten.

Is het vervoersysteem wel zodanig ingericht en geregeld dat de verkeersdeelnemers optimaal en efficiënt kunnen leren? Leren betekent doen, herhalen en fouten maken, maar ook begrijpen. Leren kan ook conditioneren betekenen.

Het leerproces is in de eerste plaats gebaseerd op ervaringen in eerdere of soortgelijke situaties (doen en herhalen). Verkeersdeelnemers kunnen alleen maar leren als er ook "soortgelijke" situaties zijn. De collectieve beslissers op diverse overheidsniveaus en in de verschillende gebieden kunnen dan ook hun creativiteit niet geheel de vrije loop laten. Het zal in ieder geval gecoördineerde creativiteit moeten zijn, er moet onderlinge afstemming zijn. Immers de verkeersdeelnemers bewegen zich dwars door alle hiërarchische overheidssystemen en beheersgebieden heen. In de weg- en verkeerssituaties zijn eigenlijk slechts functionele verschillen aanvaardbaar, die de verkeersdeelnemer duidelijk herkent. Bijvoorbeeld als die verschillen samenhangen met een indeling van wegen in duidelijk herkenbare categorieën. Dan kan hij zijn verkeersgedrag aanpassen aan de weg- en verkeersomstandigheden.

In het leerproces past ook het experimenteren met nieuwe verkeerssituaties, zoals woonerven. Hoe dat zal uitwerken weten we echter nog nauwelijks. Bij het begin van deze experimenten zijn geen hypothesen gesteld over het te verwachten gedrag van de verkeersdeelnemers in alle tussenfases van het model van het ongevalsproces. Het is dan ook de vraag of uit deze experimenten kennis naar voren komt op basis waarvan het leerproces verbeterd kan worden.

Bij het leren van gemaakte fouten moeten we ons realiseren dat een verkeersdeelnemer pas weet of een bepaalde beslissing en handeling riskant is, wanneer deze hem ook werkelijk een beleving of ervaring van risico heeft opgeleverd, bijvoorbeeld door schrik of straf. Zelden voorkomende gebeurtenissen met een ernstige afloop geven in het algemeen nauwelijks een bijdrage aan het leerproces. Een ernstige afloop bij ongevallen verhindert bovendien het leren doordat, populair gezegd, het geheugen door de "schok" geblokkeerd wordt.

De vraag is nu hoe sterk het effect van foutief handelen moet zijn opdat de verkeersdeelnemer er lering uit trekt zonder al te veel schade.

Er zijn duidelijke aanwijzingen dat incidenten of conflicten wel effectief zijn voor het leerproces. Het effect van de verkeerde handeling wordt onmiddellijk teruggekoppeld door schrik. Ook straf kan soms, mits onmiddellijk toegediend, een positieve bijdrage leveren aan het leerproces. De straf moet dan wel als redelijk ervaren worden en niet een toch al ernstige afloop van een ongeval nog eens versterken.

Maatregelen gericht op het beperken van de gevolgen van riskant handelen zouden een hoge prioriteit moeten hebben. Daaronder verstaan we vooral het creëren van mogelijkheden voor noodmanoeuvres. Deze mogelijkheden moeten echter ook gebruikt kunnen worden. Dit vraagt bepaalde vaardigheden van de verkeersdeelnemers. In feite gaat het daarbij om conditionering, om handelingen die onder dreiging als een reflex uitgevoerd moeten kunnen worden. Verschillende

soorten noodmanoeuvres zullen daarvoor regelmatig moeten worden geoefend. Bij de opleiding van piloten is hierover reeds veel bekend.

Tenslotte is in het leerproces het begrijpen belangrijk. De verkeersdeelnemer moet kennis en inzicht hebben in het functioneren van het verkeerssysteem. Hij moet weten waarom zijn vervoermiddel gaat slippen. Hij moet weten wat een vrachtwagen wel of niet kan, dat een fiets slingert bij geringe snelheid. Vooral in het samenspel van de verschillende categorieën verkeersdeelnemers zal meer kennis en inzicht zowel over het eigen (voertuig)gedrag als over het (voertuig)gedrag van anderen kunnen bijdragen aan de vermindering van de verkeersonveiligheid.

Het mechanisme betreffende de besturing van het vervoersysteem levert, zoals eerder werd uiteengezet, traag en pas na verloop van tijd zichtbare resultaten op als we ons alleen richten op het uiteindelijke resultaat, de outputvariabelen.

Wanneer we ons realiseren dat in het vervoersysteem de mens veel vrijheidsgraden, maar ook veel beperkingen heeft en de opvattingen die men hanteert ten aanzien van het menselijk gedrag veel te optimistisch zijn, dan moge het duidelijk zijn dat steeds in een zeer vroeg stadium bijsturing noodzakelijk moet zijn.

Daartoe is het nodig dat er maatstaven of indicatoren ontwikkeld worden die dit zichtbaar kunnen maken.

6. Maatstaven voor verkeersonveiligheid

Indicatoren moeten een maatstaf zijn behorend bij een probleemstelling. We bestuderen zelden het vervoersysteem als totaal, maar subsystemen en zelfs dan nog maar aspecten ervan, zoals de verkeersonveiligheid van kruispunten, van fietsverkeer, etc.

De keuze van de (sub)systeemgrenzen is dan ook voor een juist gebruik van indicatoren een belangrijke zaak.

Aan de hand van het volgende voorbeeld zal getracht worden het bovenstaande te verduidelijken.

Een wegbeheerder heeft in zijn wegennet een kruispunt waar rela-

tief veel ongevallen gebeuren die veel doden en gewonden tot gevolg hebben. (Dit is een probleemstelling op basis van outputvariabelen.) Eigenlijk schort het aan het waarnemen van de kritische samenlopen van omstandigheden. Dit blijkt uit het ontbreken van "anticiperend" verkeersgedrag, aangezien in vele gevallen niet voor het kruispunt wordt afgeremd. (Dit is een probleemstelling op basis van de procesvariabelen.)

De wegbeheerder denkt het probleem te kunnen oplossen door het plaatsen van verkeerslichten (maatregel).

Vaak blijkt dit voor de verkeersveiligheid effectief te zijn. Soms is het effect echter minder groot dan men verwachtte.

Hoe werkt nu zo'n maatregel in op het ongevalsproces en op de uiteindelijke gevolgen? Zie opnieuw Afbeelding 1.

Vanwege het plaatsen van verkeerslichten op één kruispunt zullen de weggebruikers zich niet minder gaan verplaatsen en ook nog niet "overstappen" op een ander vervoermiddel.

Wat wel degelijk mogelijk is, is dat zij een andere route kiezen. We moeten dan ook de inputvariabelen kennen voor het kruispunt, bijvoorbeeld het aantal naderende en dus passerende vervoermiddelen. Tegelijkertijd moeten we ook in de omgeving van het betreffende kruispunt kijken naar andere wegen of daar de inputvariabelen toenemen (uitbreiding van (sub)systeemgrenzen). In het invloedsgebied moeten ook de veranderingen van de procesindicatoren en van de outputindicatoren worden nagegaan ten gevolge van de maatregel en de daardoor toegenomen inputvariabelen.

Ten aanzien van het kruispunt zelf zal het effect van de maatregel (plaatsen van verkeerslichten) in de fase van de routekeuze zijn: evenveel of minder naderende vervoermiddelen. Het effect van minder naderende vervoermiddelen kan in de fase van het "uigelokte" verkeersgedrag zijn: hogere snelheden. Het effect van hogere snelheden voor het kruispunt kan zijn: slechtere waarneming van kritische samenlopen van omstandigheden, waardoor hierop te laat of helemaal niet geanticipeerd wordt (bijvoorbeeld door normaal

af te remmen). Een noodmanoeuvre (noodremming) kan dan misschien nog een botsing voorkomen wanneer het wegdek ter plaatse voldoende stroefheid heeft. Dit is een tamelijk pessimistische greep uit de mogelijke effecten van het nemen van een maatregel.

Dit zijn in feite hypothesen die met procesindicatoren in de werkelijkheid getoetst kunnen worden. Zo zijn er nog een groot aantal veronderstellingen te maken, zoals:

- minder naderende voertuigen kunnen bij starre verkeerslichtenregelingen tot gevolg hebben dat er meer door het rode licht gereden wordt met vaak ernstige gevolgen; alle verdere tussenfasen "scoren" dan negatief;
- hogere snelheden vóór het kruispunt, zonder "anticiperend" verkeersgedrag (snelheidsvermindering) hebben een negatieve invloed op de kans van slagen van de noodmanoeuvre;
- er kan door de aanwezigheid van verkeerslichten een andere soort kritische samenloop van omstandigheden ontstaan. Niet het kruisend verkeer, maar de wachtende file voor het verkeerslicht levert een kritische samenloop van omstandigheden op. Mislukt dan de anticipatie en de noodmanoeuvre (noodremming en/of uitwijken) dan ontstaat een ander type botsing, namelijk een kop-staartbotsing i.p.v. de flankbotsing op het kruispunt;
- in verband met de plaats van de kreukelzones zijn de gevolgen van kop-staartbotsingen vaak minder ernstig dan die van flankbotsingen.

Wanneer we de effecten van dergelijke maatregelen willen leren kennen dan hebben we de volgende soorten indicatoren nodig,

zowel van het betreffende kruispunt als van het invloedsgebied:

- inputindicatoren, bijvoorbeeld om het naderende verkeer (al of niet per tijdeenheid) voor het kruispunt te kunnen meten;
- procesindicatoren, voor "uitgelokt" verkeersgedrag vooraf (bijvoorbeeld snelheidsgegevens), voor de waarneming van de kritische samenloop van omstandigheden (bijvoorbeeld gegevens over attentieniveau), voor "anticiperend" verkeersgedrag (bijvoorbeeld gegevens over snelheidsveranderingen), voor noodmanoeuvregedrag (bijvoor-

beeld gegevens over vertragingen, koersveranderingen), voor botsgedrag (bijvoorbeeld botsvertragingen);

- outputindicatoren (bijvoorbeeld gegevens over aantallen bij ongevallen betrokken voertuigen, personen, slachtoffers (doden en gewonden) en blijvend invaliden).

Wanneer vergelijkingen gemaakt moeten worden met andere situaties (plaatsen, omstandigheden, groepen weggebruikers, etc.), en van verschillende tijdstippen (ontwikkelingen, voor- en na maatregelen, etc.) en wanneer met de indicatoren aansluiting gevonden moet worden bij theorieën over de tussenprocessen dan moeten de input-, proces- en outputvariabelen gerelateerd worden aan kenmerken die een rol spelen in de vergelijking.

7. Voorbeeld van een set outputindicatoren

Outputindicatoren voor verkeersonveiligheid drukken meestal een vorm van risico uit, dat wil zeggen een kans op een ongeval of een kans om gedood te worden per inwoner, per reizigerskilometer, etc.

Daarbij moet gerealiseerd worden dat niet alle mogelijke outputindicatoren zinvol zijn, gegeven de probleemstelling, de keuze van de (sub)systeemgrenzen en de aard van het betreffende verschijnsel.

Een outputindicator $\frac{\text{aantal slachtoffers}}{\text{aantal voertuigkm}}$ bevat incompatibele of niet-verenigbare grootheden en is dus eigenlijk onbruikbaar. In één voertuig kunnen meerdere personen zitten en bij één ongeval kunnen meerdere voertuigen betrokken zijn. Een dergelijke outputindicator geeft dan ook nauwelijks inzicht in het ongevalsgebeuren.

Ook de outputindicator $\frac{\text{aantal dodelijke ongevallen}}{\text{aantal voertuigkm}}$ kan een vertekend beeld geven.

De bus bijvoorbeeld scoort relatief veel dodelijke ongevallen per voertuigkilometer (ca. 4x hoger dan de personenauto), waarbij de slachtoffers vooral bij de tegenpartij vallen, met name bij de

voetgangers. Dit betekent echter niet dat vervangen van bussen door personenauto's het vervoer veiliger maakt. Immers door de hoge bezetting van de bus (ca. 20 personen gemiddeld) en de lage bezetting van de personenauto zal één bus vervangen moeten worden door ca. 10 personenauto's. Deze personenauto's zullen meer doden en gewonden veroorzaken dan één bus.

Er zijn altijd een aantal indicatoren nodig om een verschijnsel te beschrijven.

In Afbeelding 2 is een voorbeeld gegeven van een set van output-indicatoren.

De indicator $\frac{\text{aantal personen}}{\text{aantal betrokken personen}}$ geeft de aansluiting weer van het vervoersysteem met het sociale systeem en biedt de mogelijkheid tot vergelijking met andere bedreigingen van de gemeenschap.

Elke indicator heeft een bepaalde betekenis, dat wil zeggen elke indicator geeft, mits deze goed gekozen is, aansluiting bij bepaalde theorieën en modellen. De outputindicator voor de bezetting van bij ongevallen betrokken voertuigen $\frac{\text{aantal ongevalspersonen}}{\text{aantal ongevalsvoertuigen}}$ sluit bijvoorbeeld aan bij een theorie waarin gesteld wordt dat het aantal inzittenden van vervoermiddelen van invloed is op de waarnemingsmogelijkheden van de bestuurder en zelfs van invloed kan zijn op het "uitgelokte" verkeersgedrag vooraf en op het "anticiperend" verkeersgedrag (in negatieve zin).

De indicator voor de ernst van ongevallen $\frac{\text{aantal slachtoffers}}{\text{aantal ongevalspersonen}}$ sluit bijvoorbeeld aan bij theorieën en modellen over het incasseringsvermogen van de mens. Wanneer bejaarden bij een ongeval betrokken zijn zal deze indicator vaak zeer ongunstig uitvallen, aangezien bij deze leeftijdscategorie doorgaans een verminderd incasseringsvermogen aanwezig is.

De afgebeelde set van outputindicatoren biedt de mogelijkheid vanuit verschillende probleemstellingen en vanuit verschillende invalshoeken een duidelijk beeld te krijgen van de verkeersonvei-

ligheid en levert tegelijkertijd het kader en de stimulans om planmatig gegevens te verzamelen over de output. Meestal zijn er wel specificeringen nodig van deze outputindicatoren. Een soortgelijke set van outputindicatoren is te maken voor de verschillende vervoerswijzen, voor verschillende leeftijdscategorieën, voor verschillende kleinere of grotere gebieden (locaties, regio's, etc.) en voor de verschillende soorten confrontaties zoals auto-fiets, bus-voetganger, etc.

In de praktijk blijkt dat er op dit moment nog onvoldoende gegevens verzameld worden om deze outputindicatoren voor bepaalde situaties te kunnen invullen.

8. Samenhangend verkeersveiligheidsbeleid

Een beleid gericht op bevordering van de verkeersveiligheid wordt zichtbaar als gevolg van maatregelen op de terreinen waaraan verkeersveiligheid verbonden is. Verkeersveiligheidsbeleid is in de uitvoering dan ook nauwelijks een zelfstandig beleid. Verkeers(on)-veiligheid is vooral het effect van middelen en instrumenten waarmee ander beleid vorm wordt gegeven. Verkeersveiligheidsbeleid dient niettemin als zelfstandig beleid te worden geformuleerd, wil er voldoende samenhang in het andere beleid bestaan voor wat het verkeersveiligheidseffect betreft. Verkeersveiligheidsbeleid dient daarom vooral gestalte te krijgen in uitgangspunten, doelstellingen, beschikbare instrumenten op andere beleidsterreinen, te nemen maatregelen en randvoorwaarden waarmee rekening dient te worden gehouden. Op deze wijze wordt bereikt dat het beleid op terreinen als ruimtelijke ordening, verkeer en vervoer, politie, etc. zodanig wordt geformuleerd en uitgevoerd dat het verkeersveiligheidseffect ervan wordt geoptimaliseerd.

Voorts moge duidelijk zijn geworden dat permanente evaluatie en terugkoppeling onlosmakelijk onderdelen van verkeersveiligheidsbeleid dienen te zijn. Er zal immers voortdurend moeten worden nagegaan of de verkeersveiligheidseffecten die het gevolg zijn van de beleidsuitvoering op andere beleidsterreinen, in het licht van de geformuleerde verkeersveiligheidsdoelstellingen als positief zijn te

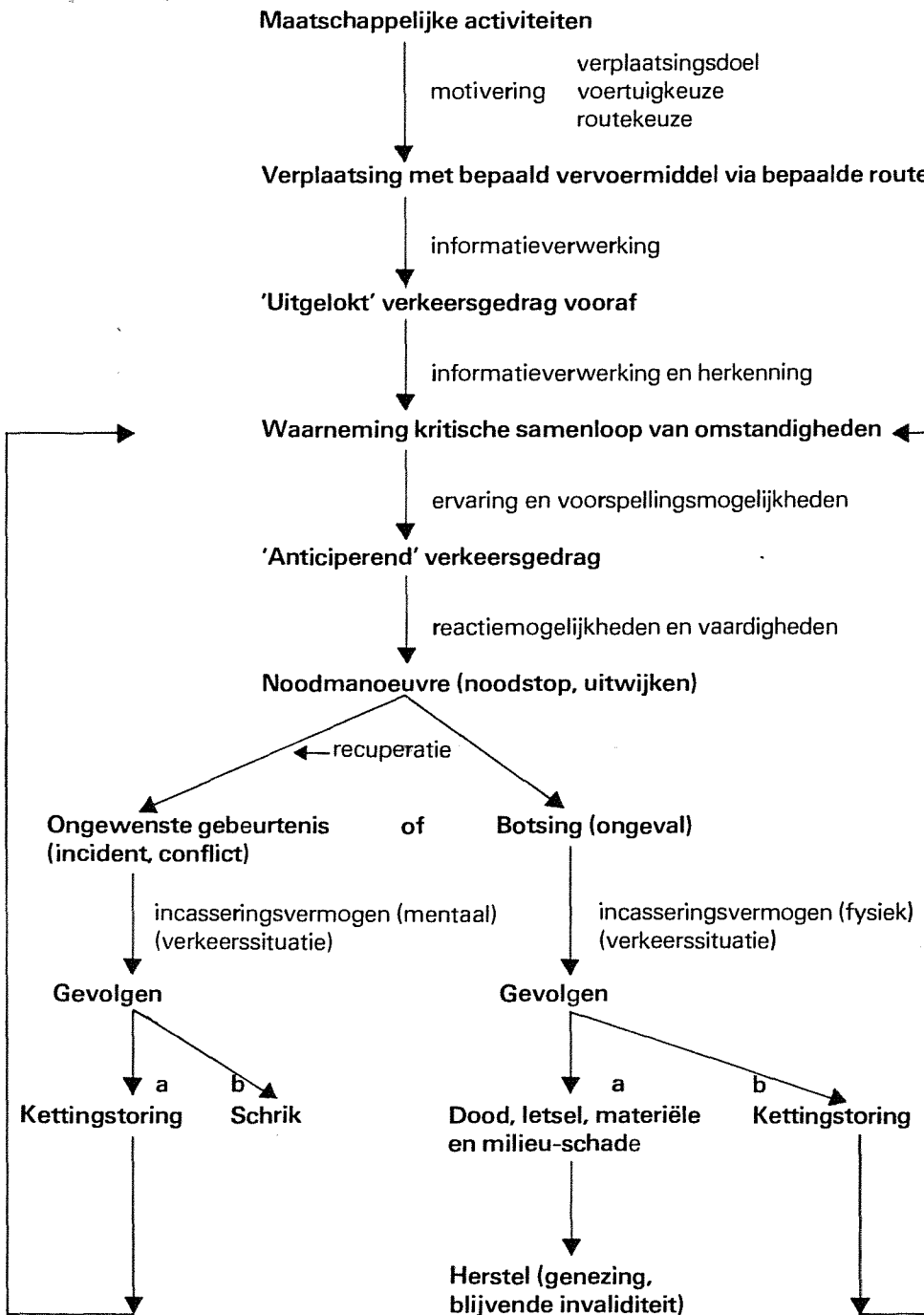
kenschetsen, en zo niet, welke maatregelen genomen dienen te worden opdat althans negatieve verkeersveiligheidseffecten worden vermeden of ongedaan worden gemaakt.

Verkeersveiligheidsbeleid heeft een normstellend karakter. Dat wil zeggen dat beleidsmatig de verkeersveiligheidseffecten van de andere beleidsterreinen dienen te worden aangegeven, terwijl tevens dient te worden vastgesteld welke verkeerssituaties onaanvaardbaar onveilig zijn opdat de (schaarse) middelen zo doelmatig mogelijk worden ingezet. Uitgangspunt daarbij is dat alle verkeersdeelnemers bescherming behoeven tegen ongevallen, en dat hiervoor een integrale aanpak van het systeem "mens-voertuig-weg" noodzakelijk is.

Verkeersveiligheidsbeleid dient daarbij niet alleen gericht te zijn op het bevorderen van de objectieve verkeersveiligheid, maar zal ook terdege rekening moeten houden met subjectieve verkeersonveiligheid. Op welke wijze dit laatste gerealiseerd kan worden is op dit moment nog in studie.

Afbeelding 1

Model van het ongevalsproces op het manoeuvre niveau



Afbeelding 2

Voorbeeld van een set outputindicatoren

Algemene set (tautologie):

$$\frac{\text{aantal slachtoffers}^*}{\text{aantal betrokken personen}} = \frac{\text{aantal reizigerskm}}{\text{aantal betrokken personen}} \times \frac{\text{aantal voertuigkm}}{\text{aantal reizigerskm}} \times \frac{\text{aantal ongevalsvoertuigen}}{\text{aantal voertuigkm}} \times$$

(mobiliteit)

(bezetting)

(ongevalscomplexiteit)

$$\times \frac{\text{aantal ongevalspersonen}}{\text{aantal ongevalsvoertuigen}} \times \frac{\text{aantal slachtoffers}}{\text{aantal ongevalspersonen}}$$

(ongevalsbezetting)

(ongevalsemst)

Specifieke set voor autoverkeer:

$$\frac{\text{aantal slachtoffers in auto's}}{\text{aantal autogebruikers}} = \frac{\text{aantal reizigerskm autogebruikers}}{\text{aantal autogebruikers}} \times \frac{\text{aantal autovoertuigkm}}{\text{aantal reizigerskm autogebruikers}} \times$$

$$\times \frac{\text{aantal ongevalsauto's}}{\text{aantal autovoertuigkm}} \times \frac{\text{aantal ongevalspersonen in auto's}}{\text{aantal ongevalsauto's}} \times \frac{\text{aantal slachtoffers in auto's}}{\text{aantal ongevalspersonen in auto's}}$$

* slachtoffers: doden en gewonden; alleen doden of alleen gewonden.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Asmussen, E. Beleid onderbouwd. Bijdrage SWOV-congres Toekomst in veiligheid, gehouden op 18 mei 1976 in het Internationaal Congrescentrum RAI te Amsterdam. R-76-25. SWOV, Voorburg, 1976.

Asmussen, E. Systeemonveiligheid: Een inventarisatie van de toestand. Bijdragen symposium "Universitair Onderwijs en Onderzoek in Veiligheid", Aula TH-Delft, 11 oktober 1978. Publikatie 1979-2N. SWOV, Voorburg, 1979.

Asmussen, E. System safety as a starting point for education and training of engineers. Contribution to SEFI Conference 1980, Unesco Headquarters, Paris, 10-12 September 1980. R-80-50. SWOV, Voorburg, 1980.

Asmussen, E. A model of the accident process as a tool to develop indicators for transportation system safety and traffic risks. Contribution to the International Symposium on Surface Transportation System Performance of the U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 11-13 May 1981.

Boulding, K.E. General system theory; The skeleton of science; General systems I. 1956.

Van der Colk, H. De rol van het waargenomen risico bij de keuze van het vervoermiddel. TNO-Project (1979) 1: 21 t/m 23.

Haddon, W. On the escape of tigers; An ecological note. In: Ferry, T.S. & Weaver, D.A. (eds.). Directions in safety, pp. 87-94. Charles C. Thomas, Springfield, Ill., 1976.

Koning, G.J., Gantvoort, J.Th., Bovy, P.H.L. & Jansen, G.R.M. Invloed van buurtkenmerken op het verkeersgebeuren in woonbuurten. Rapport nr. 33. Instituut voor Stedebouwkundig Onderzoek TH-Delft, Delft, 1980.

Lowrance, W.W. Of acceptable risk, science and the determination of safety. Harvard University, Los Altos, Cal., 1976.

Michon, J.A. Beïnvloeding van de mobiliteit; Nieuwe impulsen voor een sturend beleid. Serie Verkeerskunde en Verkeerstechniek nr. 15. ANWB, 's-Gravenhage, 1980.

OECD (Research Group UT3). Urban public transport: Evaluation of performance. OECD, Paris, June 1980.

OECD (Research Group TS4). Methods for evaluating road safety measures. Final report. Paris, October 1980.

Vester, F. Hoe wij denken, leren en vergeten. Baarn, 1976.

Visser, J.P. Kwantificering van risico's. De Ingenieur 91 (1979) 48: 835 t/m 848.

Vlek, C.A.J. & Stallen, P.J.M. Persoonlijke beoordeling van risico's; Over risico's, voordeligheid en aanvaardbaarheid van individuele, maatschappelijke en industriële activiteiten. Instituut voor Experimentele psychologie, Rijksuniversiteit, Groningen, 1979.

Wagenaar, W.A. Door ons beperkte denkvermogen leren we weinig van onze fouten. TNO-Project (1979) 6: 221 t/m 223.