

DE 'VRIJE' TRAMBAAN
Veiligheidsstudie tramongevallen:
botsveiligheid, infrastructuur en
de bestuurlijke factoren

Den Haag, september 2003

De eindrapporten van de Raad voor de Transportveiligheid zijn openbaar.
Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Raad: www.rvtv.nl

RAAD VOOR DE TRANSPORTVEILIGHEID

De Raad voor de Transportveiligheid is een Zelfstandig Bestuursorgaan met een eigen rechtspersoonlijkheid dat bij de wet is ingesteld met als taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken zijn van individuele of categorieën van ongevallen in alle transportsectoren te weten, de scheepvaart, de luchtvaart, het railverkeer en het wegvervoer, alsmede het buisleidingen transport. Het uitsluitend doel van een dergelijk onderzoek is toekomstige ongevallen of incidenten te voorkomen en indien de uitkomsten van één en ander daartoe aanleiding geven, daaraan aanbevelingen te verbinden. De organisatiestructuur bestaat uit een overkoepelende Raad voor de Transportveiligheid en daaronder een onderverdeling in Kamers en één Commissie per transportsector. Deze worden ondersteund door een staf van onderzoekers en een secretariaat.

SAMENSTELLING VAN DE RAAD EN DE KAMERS RAIL- EN WEGVERKEER

SAMENSTELLING

RAAD	ir. F.M. Baud
mr. Pieter van Vollenhoven, voorzitter	ir. L.H. Haring
F.W.C. Castricum	ir. W.F.K. Saher
J.A.M. Elias	drs. F.R. Smeding
mw. mr. A.H. Brouwer-Korf	prof. dr. ir. H.G. Stassen
mr. D.M. Dragt	dr. ir. J.P. Visser
mr. J.A.M. Hendrikx	Secretaris: ir. W. Walta
ir. K. Nije	Sen. Onderzoeker: R.H.C. Rumping
prof. dr. U. Rosenthal	Onderzoeker: mw. drs. S.H. Akbar
mw. mr. E.M.A. Schmitz	Kamer Wegverkeer
ing. D.J. Smeitink	F.W.C. Castricum, voorzitter
J. Stekelenburg (†22-09-2003)	ir. K. Nije
dr. ir. J.P. Visser	ir. G. Blom
mr. G. Vrieze	prof. dr. ir. R.E.C.M. van der Heijden
prof. dr. W.A. Wagenaar	dr. M. Koornstra
Secretaris-Directeur: -	drs. H. Plasse
Senior-Secretaris: drs. J.H. Pongers	mw. ir. I. Spapé
Senior-Projectleider H.J. Klumper	drs. C. Wildervanck
	prof. dr. J.S.H.M. Wismans
Kamer Railverkeer	Secretaris: mw. drs. T.M.H. van der Velden
mw. mr. E.M.A. Schmitz, voorzitter	Sen. Onderzoeker: ing. A. Sloetjes
mr. G. Vrieze	Onderzoeker: ir. W. Kool

Bezoekadres:
Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
telefoon (031) 70 333 7000

Postadres:
Postbus 95404
2509 CK Den Haag
telefax (031) 70 333 7078

Website: <http://www.rvtv.nl>

VOORWOORD

Mobiliteit van personen en goederen is een belangrijke voorwaarde voor welvaart en welzijn. De regelmatig voorkomende drukte op de Nederlandse wegen is een keerzijde van de welvarende samenleving. Aan deze groeiende druk op de wegen kan niet onbepaald tegemoet worden gekomen met meer weginfrastructuur. Daarom voert de overheid een beleid ter beïnvloeding van de mobiliteit. Onderdelen van dat beleid zijn het beter benutten van wegen, maar ook het stimuleren van het openbaar vervoer. De overheidsinvesteringen in het openbaar vervoer zijn dan ook aanzienlijk.

Voor de grote steden is de tram een niet weg te denken onderdeel van het openbaar vervoeraanbod. De tram vervult in die steden een belangrijke functie ten aanzien van de leefbaarheid en de bereikbaarheid. Tevens zijn er ontwikkelingen gaande die er toe leiden dat het vervoer per tram zal gaan toenemen. Op veel plaatsen wordt immers gedacht over of zelfs gewerkt aan een nieuw vervoerconcept: 'Light Rail', een combinatie van tram en trein. Met Light Rail moet het mogelijk worden om vanaf het hoofdspoor tot diep in de grote steden te reizen met één en hetzelfde vervoermiddel.

Uit een eerdere verkenning die de Raad uitvoerde ten aanzien van stadstrams is gebleken, dat het risico dat derden lopen om aangereden te worden door een tram relatief groot is. In de vier steden met een tram Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht rijden in totaal 500 stadstrams. In de periode 1990-1998 waren deze betrokken bij meer dan 8000 ongevallen die 70 doden en bijna 2000 gewonden tot gevolg hadden. Op grond van dit gegeven is een diepgaand onderzoek gestart naar ongevallen met trams. Het nu voorliggende rapport is daarvan het resultaat.

Uit dit onderzoek is een aantal veiligheidstekorten naar voren gekomen die betrekking hebben op de eigenschappen van het trammaterieel en de infrastructuur. Als achterliggende factor ten aanzien van deze tekorten is onder meer aangemerkt dat voor lokale trams nauwelijks iets geregeld is. Het is bovendien niet duidelijk, welke positie de tram inneemt binnen het wegverkeer. Aangezien het mobiliteitsbelang bij het overheidsbeleid voorop staat, zijn er vanwege het ontbreken van regelgeving weinig waarborgen voor de veiligheid.

De Raad onderschrijft ten volle het maatschappelijk belang van het reizen per tram. De tram heeft bovendien als voordeel dat het voor de reiziger een bijzonder veilig vervoermiddel is. Wel wil de Raad met het onderhavige rapport pleiten voor meer aandacht voor de veiligheid van de tram voor de niet-inzittenden. De gevolgen van ongevallen zijn voor hen immers zeer ernstig. Met meer aandacht zou daar grote winst te boeken zijn. De Raad acht op grond van zijn bevindingen een grondige discussie over de positie van de tram in het wegverkeer noodzakelijk.

Bij de ongevalanalyse neemt de situatie in Rotterdam een prominente plaats in. Hiermee is echter niet bedoeld dat in Rotterdam sprake zou zijn van grotere veiligheidstekorten dan in andere steden. De aandacht voor Rotterdam heeft een praktische reden, de gegevens van de ongevallen waren bijzonder toegankelijk door de bereidwillige medewerking van de politie, het trambedrijf en de gemeentelijke diensten in die stad.

Den Haag, september 2003



Mr. Pieter van Vollenhoven
Voorzitter van de Raad



drs. J.H. Pongers
Wvd. Secretaris-Directeur

SAMENVATTING

Op 23 september 2002 deed zich een trambotsing met dodelijke afloop voor op de Nieuwe Parklaan in Den Haag. Hierbij kwam een jonge fietser om het leven. De Nieuwe Parklaan is zowel een woonstraat als een verbindingsweg tussen Den Haag en Scheveningen. Aan één kant van deze weg ligt een groenstrook met twee tramsporen. De fietser reed op het fietspad naast de trambaan en sloeg voor de trambestuurder onverwacht linksaf over de trambaan. De bestuurder van de tram kon de aanrijding niet meer voorkomen.

Naar het oordeel van de raad is dit ongeval, dat kenmerkend is voor tramongevallen op een zogenaamde 'vrije trambaan', vooral veroorzaakt door de inrichting van de weg. Deze geeft niet aan wat er van de weggebruikers wordt verwacht. De trambaan heeft voor de trambestuurder de status van een eigen vrije baan, alleen bestemd voor tramverkeer, waarop de tram ongehinderd zijn weg kan vervolgen. De andere weggebruikers beleven deze situatie door de wijze van inrichting van de weg geheel anders.

Duurzaam veilig is een benadering van verkeersveiligheid, die door de Minister van Verkeer Waterstaat enige jaren geleden is geïntroduceerd. In deze benadering ligt het accent op het voorkomen van ongevallen door de infrastructuur zo in te richten dat botsingen met ernstige afloop worden voorkomen. De benadering kent twee pijlers: 1) botsingen van weggebruikers met grote verschillen in richting, snelheid en massa worden voorkomen door de wijze van inrichting van de infrastructuur, en 2) in situaties met een hoog risico moet de infrastructuur aangeven welk verkeersgedrag van de weggebruiker wordt verwacht.

De Nieuwe Parklaan voldoet niet aan deze recent ontwikkelde uitgangspunten. De Nieuwe Parklaan oogt als een vriendelijke groenvoorziening maar is feitelijk voor de tram een vrije baan met absolute voorrang op kruisingen voor andere veel zwakkere weggebruikers. Dit dubbele gebruik van een en dezelfde ruimte schept onduidelijkheid m.b.t. de manier waarop de weggebruiker zich moet gedragen. Vooral de snelheid van de tram op deze 'vrije' baan creëert risico's met betrekking tot de vermijdbaarheid van ongevallen. Als wordt aangenomen dat de maximumsnelheid voor personenauto's in het stadsverkeer (niet meer dan 50 km per uur) tot doel heeft de maximumafstand waarbinnen een personenauto moet stilstaan te beperken, dan betekent dit dat in gebieden voor gemengd weggebruik de maximumsnelheid van de tram niet meer mag bedragen dan 30 km per uur. Bij die snelheid is de stopafstand van de tram hetzelfde als de stopafstand van een personenauto die rijdt met een snelheid van 50 kilometer per uur.

De Minister van Verkeer en Waterstaat heeft met het programma van duurzame veiligheid helder en duidelijk aangegeven in welke richting de infrastructuur zich dient te ontwikkelen. Deze inzichten kunnen ook rekenen op brede maatschappelijke erkenning. Ook in het buitenland begint het besef te groeien dat het concept van duurzame veiligheid het middel is voor een hoog veiligheidsniveau in de nabije toekomst. Dat wil echter niet zeggen dat de uitwerking eenvoudig is. Binnen een gemeente is de vraag wie verantwoordelijk is voor de inrichting van de gemeentelijke weg, al niet eenvoudig te beantwoorden. Voor de inrichting van de gemeentelijke weg zijn verschillende gemeentelijke diensten verantwoordelijk ieder met een eigen taak en eigen beleidsvisie. Een eventuele herinrichting, waarbij verschillende belangen een rol spelen, vormt daarmee een moeizaam proces. Vooral omdat het verbeteren van de externe veiligheid van de tram in het algemeen geen onderdeel uitmaakt van de taak van enig dienstonderdeel.

Het openbaar vervoer is voor de levensvatbaarheid van de grote steden van fundamenteel belang. Het bevorderen van het openbaar vervoer is de hoeksteen van de mobiliteitsdoelstelling van de overheid. De financiële bijdrage aan het openbaar vervoer exclusief de spoorwegen bedraagt meer dan € 1 miljard op jaarbasis. Deze bijdrage van de overheid is afhankelijk gesteld van het aantal reizigerskilometers per gemeente. Dat betekent

hoe meer reizigers, hoe meer subsidie. De rijksbijdrage is ruwweg tweemaal het bedrag van verkochte strippenkaarten en abonnementen. Bij de exploitatiekosten en het aantrekken van reizigers speelt de snelheid van de tram een cruciale rol. De wijze van financiering stimuleert de openbaar vervoer bedrijven om de gemiddelde snelheid te verbeteren en kan daarmee de veiligheid in gevaar brengen. In het subsidiebeleid van het Ministerie van Verkeer Waterstaat speelt de veiligheid van de tram voor de andere weggebruikers evenmin als bij de gemeenten een rol

Noch in een gemeentelijke regelgeving, noch in de rijkswetgeving zijn eisen opgenomen m.b.t. de maximumsnelheid, remvertraging en botsveiligheid van trams. De stedelijke tram is het enige motorvoertuig waarvoor dergelijke regels niet bestaan. Ook voor de "Light Rail" voertuigen, die op korte termijn hun intrede zullen doen, zijn dit soort eisen niet vastgesteld. Terwijl aan de ene kant voor de stadstram geen eisen zijn geformuleerd, geniet de stadstram aan de andere kant in het verkeer nog steeds een aantal voorrechten. De voorrang voor de tram is in 1942 in de wet geïntroduceerd. Al in 1966 is de absolute voorrang van een tram die een voorrangsweg kruist, op het verkeer op die voorrangsweg, teruggedraaid. In een aantal gevallen bestaat deze voorrang nog steeds.

Het tramconcept van de overheid vertoont parallellen met die van de trein. De trein vormt een gesloten systeem waarbij de interactie met derden bijna is uitgesloten. De unieke positie die de tram inneemt in het verkeer, getuigt van dit concept. Dit komt naar voren in de uitzonderlijke voorrangrechten en de specifieke beveiliging van tramkruisingen voor het wegverkeer. Vanuit het mobiliteitsbelang is een gesloten systeem een voordeel. Dit bevordert de snelheid waarmee de reizigers kunnen worden vervoerd.

Zolang de tram wordt beschouwd als speciaal fenomeen, waarvoor geen stringente regels vereist zijn, kan de veiligheid van de medeweggebruikers alleen langs financiële wegen worden gewaarborgd. Als twee belangrijke beleidsinstrumenten gelden immers regelgeving en financiering. In de financiering van en in de concessieverlening aan vervoerbedrijven zijn deze veiligheidsbelangen van de medeweggebruikers echter nergens verankerd. Dit is verklaarbaar: indien de betrokkenen bedrijven middelen hiervoor zouden willen inzetten, zou dat ten koste kunnen gaan van de andere activiteiten die opbrengsten genereren. Een en ander betekent dat deze vervoerbedrijven te weinig inhoud geven aan hun eigen verantwoordelijkheid voor veiligheid. Net als alle andere bedrijven en organisaties zijn zij er voor verantwoordelijk om de veiligheid van personeel, klanten (passagiers) en derden in onderlinge samenhang zo goed mogelijk te waarborgen. In dit onderzoek is gebleken dat dit vooral voor derden tot nu toe niet het geval is geweest.

Aangezien het bevorderen van mobiliteit per openbaar vervoer een maatschappelijk belangrijk gegeven is, dient het beleid van alle betrokkenen met betrekking tot vervoer per tram, meer dan nu het geval is, waarborgen voor de veiligheid voor derden te bevatten.

1. Externe veiligheid: veiligheidsmanagementsysteem

De openbaar vervoerbedrijven wordt aanbevolen pro-actief op te treden met betrekking tot de externe veiligheid van de tram: in samenhang met de risico's voor het personeel en de passagiers, dienen de risico's voor derden

- expliciet en openbaar gemaakt te worden
- verkleind te worden tot een niveau dat zo laag is als redelijkerwijs mogelijk
- bewaakt te worden door middel van een veiligheidsmanagement systeem

2. Materieel: regelgeving

De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen

- in samenwerking met de vervoerbedrijven wettelijke eisen te stellen aan het materieel met als doel de verkeersveiligheid voor derden te verbeteren; de toelating van tramvoertuigen tot de weg wettelijk te regelen en toezicht hierop in te stellen. In dit

verband verdienen het remvermogen en de 'botsvriendelijkheid' van trams speciale aandacht.

3. Rijksfinanciering: koppeling veiligheidseisen aan mobiliteit

De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen

- naast mobiliteit ook verkeersveiligheid te borgen door te bevorderen dat de financiering van (de mobiliteit van) het openbaar vervoer gepaard gaat met eisen aan verkeersveiligheid van derden.

4. Infrastructuur: bepaling mengen of niet-mengen regime

De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen

- door middel van regelgeving er voor te zorgen dat in menggebieden van tram en wegverkeer de tram **als gelijkwaardige weggebruiker** wordt gedefinieerd.
- derhalve ook eisen te stellen aan het niveau van afscherming / beveiliging van de niet-menggebieden: de afschermde (vrije) trambanen.

Dit met als doel voor alle weggebruikers menggebieden en niet-menggebieden en het bijbehorende gewenste gedrag helder te onderscheiden.

5. Infrastructuur: richtlijnen voor uniformiteit

De gemeenten met (voorgenomen) traminfrastructuur wordt als wegbeheerder aanbevolen

- er voor te zorgen dat richtlijnen worden geformuleerd ten aanzien van de inrichting van infrastructuur waar zowel de tram als de weggebruiker gebruik van maken..
- te zorgen dat daarbij landelijke uniformiteit ontstaat. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door ook voor dit type infrastructuur een zogenaamde CROW-richtlijn te (doen) ontwikkelen. Daarbij pleit de Raad voor een helder / herkenbaar onderscheid tussen goed afgeschermde, vrij liggende trambanen enerzijds, en menggebieden van tram en wegverkeer anderzijds, waarbij de tram zich aanpast aan het overige verkeer.

6. Infrastructuur: toewijzing taak (tram)verkeersveiligheid derden

Gemeenten met (voorgenomen) traminfrastructuur wordt als wegbeheerder aanbevolen

- er voor te zorgen dat aanpassingen aan de inrichting van de gemengde tram/weginfrastructuur inclusief de beveiliging door middel van verkeersregelininstallaties ook gebeuren vanuit de invalshoek van de veiligheid van de overige weggebruikers en
- deze taak toe te wijzen aan één instantie binnen de gemeente.

7. Infrastructuur: veiligheidsanalyse nieuwe infrastructuur

De gemeenten met traminfrastructuur wordt aanbevolen

- voor iedere nieuw aan te leggen of te wijzigen kruising van verkeersstromen waar de tram deel van uit maakt een veiligheidsanalyse uit te voeren.

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING.....	11
2.	FEITELIJKE GEGEVENS: ONGEVAL NIEUWE PARKLAAN DEN HAAG.....	13
2.1	Datum en plaats.....	13
2.2	Beschrijving verkeerssituatie.....	13
2.3	Beschrijving toedracht ongeval.....	14
2.4	Beschrijving letsel.....	15
3.	ANALYSE: MATERIEEL EN INFRASTRUCTUUR.....	17
3.1.	Ongevallen en materieleigenschappen.....	17
3.1.1.	Remmen met trams.....	17
3.1.2.	Constructie van de tram.....	19
3.2.	Ongevallen en infrastructuur.....	21
3.2.1	Weena/ Hofplein, Rotterdam.....	22
3.2.2.	Melanchtonweg, Rotterdam.....	23
3.2.3	Van Baerlestraat, Amsterdam.....	24
4	ANALYSE: ACHTERGRONDEN MATERIEEL EN INFRASTRUCTUUR.....	27
4.1.	Betrokkenen.....	27
4.2.	Ontwerp van trams.....	27
4.2.1.	Tramontwerp in de praktijk.....	28
4.2.2.	Intermezzo: Vergelijking met het wegverkeer.....	29
4.2.3.	Formele regelgeving vanuit de overheid.....	29
4.3.	Infrastructuur als gegeven?.....	30
4.3.1	Historie.....	30
4.3.2	Huidige situatie.....	30
5.	ANALYSE: BESTUURLIJKE FACTOREN.....	33
5.1.	Beleid: bevorderen OV-mobiliteit.....	33
5.2.	Beleid: verkeersveiligheid.....	36
5.3.	Regelgeving: de tram in het wegverkeer.....	38
5.3.1.	Regelingen.....	38
5.3.2.	Schade-afwikkeling.....	39
5.4.	Toekomst: Light Rail.....	40
6.	CONCLUSIES.....	41
7.	AANBEVELINGEN.....	43
BIJLAGE 1	Onderzoeksverantwoording.....	47
BIJLAGE 2	Remmen met trams.....	49
BIJLAGE 3	Botsingsmechanica.....	51
BIJLAGE 4	Risicogegevens stadstrams.....	53
BIJLAGE 5	Regelgeving trams.....	55
BIJLAGE 6	Samenstelling stuurgroep.....	57

1. INLEIDING

Het onderzoeken van tramongevallen is een nieuw onderwerp van onderzoek voor de Raad voor de Transportveiligheid. Er is geen 'historie' op dit gebied, de Spoorwegongevallenraad, voorganger van de Raad in de railsector, had namelijk geen bevoegdheden op dit terrein. Daarom heeft de Raad pas in 2000 een verkennende studie uitgevoerd naar de veiligheid van stadstrams¹. Hieruit bleek dat met de ongeveer 500 trams jaarlijks gemiddeld 900 tramongevallen² plaatsvinden, waarvan bijna 200 met letsel en 8 met doden. Met name voetgangers, fietsers en bromfietzers vormen de slachtoffers bij de dodelijke ongevallen. Een analyse van ongevallenconcentraties leerde dat tramongevallen zich vooral voordoen in gebieden waar een sterke menging van tram met voetgangers- en fietsverkeer optreedt (zie figuur 1).



Figuur 1: Voorbeeld menging voetgangers, fietsers en tram bij station Holland Spoor in Den Haag.

Tramongevallen vormen in absolute zin een beperkt deel van het totale aantal wegverkeersongevallen. Relatief gezien is het probleem echter wel groot. Een voetganger of (brom)fietsers heeft in de grote steden een relatief grote kans om door een tram dodelijk te worden aangereden. Vergeleken met aanrijdingen met een auto is die kans ongeveer anderhalf maal zo groot (zie tabel in bijlage 4). Voor inzittenden is een tram echter weer veel veiliger (tien maal) dan de auto.

De Raad heeft in de verkennende studie van 2000 aanleiding gezien om een rapport uit te brengen en een aantal aanbevelingen te formuleren, onder andere over de voorrangsregeling, de materieeleisen, de maximum toegelaten snelheid en de veiligheidszorg. Deze aanbevelingen zijn niet overgenomen, omdat het ministerie van Verkeer en Waterstaat zich op het standpunt stelt dat het tramvervoer een gemeentelijke taak is en dat er in principe sprake is van een veilige situatie vanwege de 'vrije' banen en de speciale voorrangsregel voor de tram. Naar de mening van het ministerie volstaat het, de vervoerbedrijven aan te laten tonen dat zij veilig werken. Dit laatste moet nog worden geregeld, vermoedelijk in de nieuwe Spoorwegwet of bijbehorende algemene maatregelen van bestuur. De inwerkingtreding daarvan wordt op zijn vroegst in 2004 verwacht en zal slechts van toepassing zijn op de interlokale lijnen, die onder de verantwoording van het Rijk vallen.

Sommige gemeenten cq. vervoerbedrijven zijn wel bezig de aan hen gerichte aanbeveling over de veiligheidszorg op te volgen.

¹ Veiligheidsrisico's van de Nederlandse stadstram, Raad voor de Transportveiligheid, augustus 2000

² Vanwege de onderregistratie bij AVV-BG is het werkelijke aantal vermoedelijk hoger.

Naar aanleiding van de verkennende studie is een vervolgonderzoek gestart teneinde meer te leren over de achterliggende factoren. Hierbij ligt m.b.t de regelgeving het accent op lokale trams en niet op interlokale trams, aangezien ze onder een verschillend wettelijk 'regime' vallen en er met name voor de lokale tram weinig tot niets geregeld is.

In het kader van deze vervolgstudie zijn twaalf ongevallen met trams diepgaand bestudeerd, alsmede enige andere ongevallen waarover politiegegevens beschikbaar waren.³ Bij het onderzoek zijn de feiten rondom de ongevallen verzameld en er zijn enige deelstudies verricht die de achtergronden van deze ongevallen in beeld hebben gebracht.

Hoewel de twaalf ongevallen verschilden in toedracht en niet een *statistisch* representatief beeld geven, zijn er ook duidelijke overeenkomstige veiligheidsproblemen in het geding. Deze overeenkomstige problemen zullen worden geïllustreerd aan de hand van enkele 'representatieve' ongevallen. Daarbij zal worden aangetoond dat de geconstateerde problemen niet uniek zijn voor een enkel ongeval of een enkele gemeente.

³ Zie bijlage 1 voor de onderzoeksverantwoording.

2. FEITELIJKE GEGEVENS: ONGEVAL NIEUWE PARKLAAN DEN HAAG

Boodschap: *Het hieronder beschreven ongeval met de tram is fataal afgelopen voor de andere weggebruiker. De constructie van de tram en de beperkte remcapaciteit in combinatie met de gereden snelheid van de tram hebben de ernst van het ongeval bepaald. De situatie ter plaatse was onoverzichtelijk voor zowel de trambestuurder als de medeweggebruiker. Vanaf het onderkennen van de ongevaldreiging kon de bestuurder van de tram het ongeval niet meer vermijden.*

Ter illustratie van de problematiek wordt hier één ongeval omschreven dat een voorbeeld is voor de situatie rondom de veiligheid van de tram voor andere weggebruikers.

2.1 Datum en plaats

Op 23 september 2002 is een fietser bij het oversteken van een onbewaakt tramoverpad op de Nieuwe Parklaan (ter hoogte van perceel 84) te Den Haag aangereden door een tram. De fietser is daarbij onder het voorste wielstel van de tram gekomen en is later in het ziekenhuis aan zijn verwondingen overleden.

2.2 Beschrijving verkeerssituatie

De Nieuwe Parklaan is een verbindingsweg tussen Den Haag en Scheveningen. De rijbaan bestaat uit twee rijstroken voor verkeer in twee richtingen. Ter hoogte van het ongeval is aan de linkerzijde van de rijbanen voor het wegverkeer (gezien in de kijkrichting zoals weergegeven in figuur 2) een fietspad gelegen voor verkeer vanuit Scheveningen. Dit fietspad is verhoogd aangelegd en met trottoirbanden afgescheiden van de rijbaan.



Figuur 2: zicht vanuit de tram op de dubbele trambaan naast de rijbaan van de Parklaan (afgescheiden door een grasstrook en bomen). Het ongeval vond plaats op het tweede onbewaakte tramoverpad in de kijkrichting. De fietser fietste op het fietspad rechts naast de trambaan (Foto: Politie Haaglanden).

Naast dit fietspad ligt de dubbele trambaan in een grasstrook met diverse tramoverpaden voor voetgangers en fietsers en tenslotte een trottoir. De overpaden bevinden zich ter hoogte van inritten van enkele percelen. De trambaan heeft op de Nieuwe Parklaan de status van 'vrije' of 'eigen baan'. Dit betekent binnen het vervoerbedrijf HTM dat⁴:

⁴ Definitie uit "Handboek voor veiligheidspost en veiligheidsmedewerker bij werken en schouwen", interne publicatie HTM van 21 september 2000.

- de tram een eigen baanvak heeft dat niet is ingericht voor andere verkeersdeelnemers en waar de tram onder alle omstandigheden veilig zijn weg kan vervolgen
 - er overwegen en overpaden zijn waar andere weggebruikers de trambaan kruisen
- Het ongeval geeft duidelijk aan dat de tram niet onder alle omstandigheden *veilig voor andere weggebruikers* zijn weg kan vervolgen.

Op de overpaden bij de Parklaan zijn geen middelen aangebracht waarvoor overstekenden moeten wachten of afgeremd worden voordat ze de trambaan willen kruisen. Er zijn ook geen voorzieningen aanwezig om weggebruikers te waarschuwen voor trams, bijvoorbeeld door middel van borden, verkeerstekens op het wegdek, tramwaarschuwingslichten of geluidssignalen.



Figuur 3: zichtbeperking van de weggebruiker vlak voor de ongevallocatie door aanwezige bomen en masten naast de trambaan (Foto: Politie Haaglanden)

Verder staat er aan beide zijden van de dubbele trambaan een aantal bomen, verlichtingspalen en bovenleidingsmasten van de HTM. De tramrails lopen op het betreffende deel van de Nieuwe Parklaan licht hellend en met een flauwe bocht naar rechts. In combinatie met de diverse masten en bomen levert dit een slecht zicht op voor de trambestuurder en de fietser (zie figuur 3). Omdat het overpad waar het ongeval plaats vond dicht bij de halte Nieuwe Duinweg ligt (ongeveer 70 meter), geven trambestuurders al voor de ongevallocatie geen stroom meer en laten de tram 'uitrollen'. Bij de reconstructie door de politie Haaglanden is gebleken dat het geluidsniveau van de tram op die locatie erg laag is.

2.3 Beschrijving toedracht ongeval⁵

De betrokken tram reed in de richting van Scheveningen. De fietser reed op het fietspad dat direct naast de trambaan is gelegen. De fietser reed vóór en in dezelfde richting als de tram⁶ (zie ook figuur 2). De tram reed voor het ongeval met een snelheid van ongeveer 50 km/uur⁷. Volgens de verklaring van de trambestuurder zag hij de fietser al voor de ongevallocatie rechts van hem "hard fietsen" en hield hij de fietser vanaf dat moment continu in de gaten. Tegelijkertijd haalde hij zijn voet van het stroom- en plaatste zijn voet op het rempedaal⁸. Bij het laatste overpad voor de ongevallocatie (op 35 meter afstand) begon hij de fietser in te halen. Tegelijkertijd zag hij de fietser ineens naar links sturen en aanstalten maken om het

⁵ Op basis van gegevens van de TOD Haaglanden en verklaringen van de trambestuurder en getuigen.

⁶ Dit fietspad is bestemd voor het verkeer uit tegenovergestelde richting.

⁷ De tachograaf is tijdens de reconstructie door de TOD Haaglanden geijkt en bleek zeer nauwkeurig (met een maximale afwijking van 1 km/uur) de gereden snelheid vast te leggen.

⁸ De tram naderde de halte Nieuwe Duinweg.

overpad over te steken. Op het moment dat de trambestuurder de fietser linksaf zag slaan zette hij een noodremming in. Tijdens de remming is hij “recht op het rempedaal gaan staan omdat hij de tram wel terug wilde trekken”. Vervolgens reed de tram met de rechter voorzijde tegen de fietser aan.

De tram reed daarna al remmend 32 meter door, waarbij de fiets van het slachtoffer klem kwam te zitten onder het valraam en het slachtoffer onder het valraam doorschoot en werd overreden door het voorste wielstel.

De botssnelheid van de tram was ongeveer 45 km/uur. De berekening van de stopafstand (afgelegde afstand in de reactietijd plus de remweg) komt bij benadering uit op 55-60 meter.⁹

2.4 Beschrijving letsel

De fietser heeft door het onder de wielen komen ernstig letsel opgelopen en is later in het ziekenhuis overleden. Het is onbekend waaraan het slachtoffer precies is overleden. De trambestuurder en de inzittenden hebben geen verwondingen opgelopen.

⁹ Zie voor een toelichting op remwegberekeningen bijlage 2.

3. ANALYSE: MATERIEEL EN INFRASTRUCTUUR

Boodschap: Het ongeval in hoofdstuk twee staat niet op zichzelf. Bij de onderzochte ongevallen is gebleken dat trams relatief slecht remmen en dat trambestuurders hierdoor ongevallen nauwelijks kunnen vermijden. Trams zijn verder zwaar, stijf en ongunstig vormgegeven, hetgeen bij ongevallen tot ernstige gevolgen voor de botspartner leidt. De gecombineerde weg-tram-infrastructuur is onoverzichtelijk en complex voor de weggebruikers. Een 'vrije' trambaan is in de praktijk gemengd en de beveiliging door middel van verkeersregelinstallaties is ontoereikend.

Het ongeval in het vorige hoofdstuk illustreert de veiligheidssituatie van de tram. De problematiek omvat de risico's voor de botspartner van de tram door de materiële eigenschappen van de tram (stijve constructie, ongunstige vormgeving en zeer beperkt remvermogen) alsmede door zijn infrastructurale inbedding als medeweggebruiker van de openbare weg (scheiding trambaan/weg en beveiliging tramovergangen). Het onderzoek naar de veiligheidssituatie van de tram is gebaseerd op meerdere tramongevallen (zie bijlage 1 voor een toelichting). Aan de hand van deze onderzochte ongevallen zullen de deelaspecten 'materieel' en 'infrastructuur' in dit hoofdstuk nader worden geanalyseerd.

3.1. Ongevallen en materieleigenschappen

3.1.1. Remmen met trams

Bij het ongeval beschreven in het vorige hoofdstuk bleek het remvermogen zeer beperkt. Om dit ongeval te vermijden zou de bestuurder de noodremming al ongeveer vijftig tot zestig meter voor de botsing moeten inzetten.

Zou de trambestuurder uit hoofdstuk twee dezelfde handelingen hebben uitgevoerd bij een snelheid van bijvoorbeeld 30 km/uur dan zou de tram een botssnelheid van 18 km/uur hebben gehad en een paar meter voorbij de plek van het ongeval stil hebben gestaan (zie figuur 4). De kans dat het slachtoffer het ongeval dan had overleefd, is beduidend groter dan bij de uitgangssnelheid van 50 km/u (en resulterende botssnelheid van 45 km/u).

Snelheid [km/u]	Botsnelheid [km/u]	Stopafstand [m]
50	47	57
30	18	26

Figuur 4: botssnelheid en stopafstand (incl reactietijd bestuurder (ca. 0.8 s.) en reactietijd systeem (ca. 0.7 s.)) gegeven een bepaalde snelheid van de tram voor de botsing bij een remvertraging van 2.7 m/s^2 .

Het beperkte remvermogen van de tram is niet uniek voor het genoemde ongeval, maar een algemeen probleem. Bij alle bestudeerde ongevallen is gebleken dat de maximale haalbare noodremvertraging van de tram laag was (zie figuur 5). De variatie in remvertragingen is overigens groot.¹⁰

¹⁰ Zie voor een uitleg over de achtergronden van de remeigenschappen van trams en de methodische problemen ten aanzien van het berekenen van de remvertragingen de bijlage 2.

Noodrem-vertraging [m/s ²]	Tram	Vrachtauto	Personen- auto
Stad			
A'dam	3.5		
	2.3		
	1.8		
	Combino 2.9		
	Combino 2.4		
R'dam	3		
	1.75		
	3		
	3		
	3.5		
Den Haag	3		
	3		
	2.8		
	2.7		
Ongeval Parklaan	2.7		
Gemiddelde	3	5	7
Botssnelheid na remweg 10 meter (uitgangspunt rijsnelheid 50 km/u)	45 km/u	35 km/u	25 km/u
Stopafstand incl reactietijd bestuurder en reactietijd systeem	53 m	33 m	27 m

Figuur 5: Noodremvertragingen van trams betrokken bij ongevallen in A'dam, R'dam en Den Haag. De gegevens zijn afkomstig uit opgevraagde processen-verbaal van de politie. Daarnaast gegevens van gemeten gemiddelde noodremvertragingen bij andere wegvoertuigtypen. Daaronder gegevens over botssnelheid en stopafstand gegeven een rijsnelheid van 50 kilometer per uur.

In vergelijking met de bestuurders van bussen, vrachtauto's en personenauto's heeft de trambestuurder veel minder gelegenheid om door krachtig remmen een botsing te voorkomen of de botssnelheid zoveel mogelijk te beperken. Een zo laag mogelijke botssnelheid is van groot belang voor de overlevingskans van een slachtoffer. Daarbij komt dat het voor een tram onmogelijk is om bij een dreigende aanrijding uit te wijken.

Er is in het wegverkeer veel onderzoek gedaan naar de relatie tussen de gereden snelheid en de overlevingskans van het aangereden slachtoffer. Voor aanrijdingen met auto's volgt uit de literatuur dat bij 30 kilometer per uur 95% van de voetgangers een botsing met een auto overleven. Bij 45 kilometer per uur overleven nog maar 60% van de voetgangers die botsing. Voor trams zijn over de overlevingskansen geen onderzoeksresultaten beschikbaar. Bij de onderzochte tramongevallen waar sprake was van botssnelheden tot maximaal 45 kilometer per uur was het aandeel overleden slachtoffers relatief groot in vergelijking met soortgelijke ongevallen met personenauto's.

Vanwege het remmen met stalen wielen op stalen rails bestaat er zelfs met gebruikmaking van railremmen een fysische beperking aan de maximaal haalbare remvertraging. Ook bij ongevallen met een nieuw tramtype in Amsterdam, de Combino, bleek dat de gemeten remvertragingen gemiddeld niet hoger zijn dan die bij de ongevallen met oudere trams.

De beperkte remeigenschappen van de tram zouden dus als gegeven moeten worden beschouwd. Het wordt echter niet uitgesloten geacht, dat het fysisch haalbare remvermogen nog enigszins verbeterd zou kunnen worden ten opzichte van de nu gemeten waarden. Gelet op de onderlinge verschillen (er zijn geen specifieke externe omstandigheden geïdentificeerd) zijn er wellicht ook verbeteringen mogelijk aan het remvermogen van individuele trams of tramtypen.

3.1.2. Constructie van de tram

Bij de onderzochte aanrijdingen tussen trams en andere weggebruikers bleek dat nagenoeg alle schade en letsel terecht kwamen bij de weggebruikers (zie figuur 6 en bijlage 1). De vervorming van de tram was steeds minimaal. Er was veelal slechts sprake van krassen. Bij een botsing tussen twee trams daarentegen blijkt de schade aan de trams vele malen groter. Tevens bleek dat zwakke verkeersdeelnemers als fietsers en voetgangers onder de wielen van de tram kunnen komen.

Deze zogenaamde incompatibiliteit¹¹ van de tram met de andere weggebruiker blijkt in de praktijk een algemene eigenschap van botsingen met trams te zijn en niet uniek voor de onderzochte ongevallen. Reeds in de verkennende studie bleek in statistische zin dat de ongevallen met trams relatief vaak dodelijk of ernstig aflopen in vergelijking met ongevallen in het wegverkeer in het algemeen.



Figuur 6: Ernst van de gevolgen: auto na een ongeval op de Melanchtonweg, Rotterdam (zie hoofdstuk 3.2.2)

Op basis van de onderzochte ongevallen zijn vier materiële eigenschappen van de tram geïdentificeerd die, naast het geringe remvermogen en de daardoor hoge botssnelheid, invloed hebben op de ernst van de afloop, namelijk de massa, de stijfheid, de vormgeving en de mogelijkheid tot het overrijden van fietser en voetgangers.

Massa

Trams zijn zware voertuigen. Hun massa bedraagt ongeveer 35 ton, ofwel ongeveer twee maal zoveel als die van een middelzware vrachtauto en ongeveer 30 maal zoveel als een gemiddelde personenauto. De grote massa van trams heeft tot gevolg dat er bij een botsing met een weggebruiker (auto, fietser, voetganger) grote krachten¹² worden uitgeoefend. Hierdoor ondergaat de weggebruiker een grote snelheidsverandering in een zeer korte tijd. Deze snelheidsverandering is een maat voor de belasting die het lichaam van de weggebruiker ondervindt. De grootte van die belasting is (mede)bepalend voor de ernst van het letsel dat hij oploopt.

Op basis van energetische berekeningen kan worden afgeleid dat een tram door zijn massa een 'klap' uitdeelt die twee maal zo hard is als die van een auto (bij gelijke snelheden).¹³ Indien een tram met 30 kilometer per uur op een stilstaande auto botst dan is dat op grond van deze berekeningen vergelijkbaar met een auto die met 50 kilometer per uur botst tegen

¹¹ In het wegverkeer wordt met incompatibiliteit bedoeld, dat er ongelijkheden zijn tussen de verschillende weggebruikers, waardoor bij botsingen één partij de meeste schade en letsel incasseert.

¹² De gangbare natuurkundige term hiervoor is 'impuls'. Een nadere toelichting is gegeven in bijlage 3.

¹³ Zie bijlage 3 voor de berekening. Lang niet alle bewegingsenergie wordt omgezet in vervorming, de tram blijft ook nog doorrijden.

diezelfde auto. Een *veilige* snelheid betekent dus voor een tram alleen al vanwege zijn grote massa iets anders dan voor een auto.

Stijfheid

Trams zijn, met name aan de voor- en achterkant, zeer stijf geconstrueerd. De constructiebalken en de bumper die daarop aansluit, zijn zeer hard. De voor- en achterkant zijn gemaakt uit vlakke stalen platen. De stijfheid is vergelijkbaar met die van vrachtauto's, hetgeen betekent dat ze aanmerkelijk stijver zijn dan personenauto's, die meestal een bumper van kunststof¹⁴ hebben die wat zachter is dan het staal van de tram. Deze eigenschap van de tram heeft tot gevolg dat er bij een botsing met een 'minder stijve' weggebruiker relatief veel bewegingsenergie wordt omgezet in vervorming bij die weggebruiker, met grote schade en daarmee kans op letsel voor de inzittenden als gevolg.

Vormgeving

Bij een botsing met een voetganger is de stijfheid een bijzonder gevaar. Een tram heeft een vlakke voorkant waardoor het hoofd van het slachtoffer met volle snelheid tegen de stalen voorzijde of de glazen voorruit van de tram komt. De voorkant van de tram is uitgerust met een bumper, die vooral een functie heeft bij botsingen tussen trams onderling. Deze bumper is echter gelegen ter hoogte van de borstkas van de autobestuurder, veel hoger dus dan de bumper en het sterke deel van een personenauto. Bij personenauto's zijn er voorzieningen getroffen voor botsingen met andere personenauto's. Personenauto's zijn uitgerust met een bumper en hebben een 'kreukelzone'.¹⁵ Deze voorzieningen missen echter hun werking bij een botsing met een tram, omdat de hoogte van de bumperconstructie van de tram hoger ligt dan die van de personenauto.

Mogelijkheid tot overrijden

Een ander gevaar voor fietsers en voetgangers is het onder de (wielen van de) tram komen. Om dit tegen te gaan zijn de meeste trams voorzien van een valraam onder de voorzijde (zie figuur 7). Een valraam is een soort grote schep onder de voorkant van de tram, die uitklapt (mechanisch) door aanraking van een stang aan de voorzijde van de tram.



Figuur 7: foto uitgeklapt valraam (vooraanzicht)

Het valraam heeft in veel gevallen zijn nut bewezen. Bij hogere snelheden echter is de werking van het valraam bij de onderzochte tramongevallen onbetrouwbaar gebleken. Een aantal factoren speelt daarbij een rol:

- Bij botsingen met fietsers kwam de fiets klem te zitten onder het valraam en het slachtoffer is onder het valraam door onder de wielen terecht gekomen;

¹⁴ Daarachter zit meestal wel een stalen binnenbumper. Het geheel is echter 'zachter' dan de bumperconstructie van de tram.

¹⁵ Een gedeelte van de voor- en achterkant van het voertuig dat door ingedrukt te worden de botsingsenergie kan opnemen zonder dat de inzittenden in gevaar komen.

- Om te zorgen dat er geen ruimte onder het valraam is opdat het slachtoffer veilig kan worden 'opgescheept' moeten de tramrails verzonken liggen in de (bij voorkeur verharde) ondergrond;
- De tijd die nodig is voor het valraam om (na activering) op de tramrails te vallen is zodanig lang dat bij hogere snelheden van de tram (> 30 km/u) het slachtoffer in die tijd al tegen het valraam aan komt voordat het op de tramrails is gevallen. Hoewel hier geen nader onderzoek naar is verricht zal dit effect de werking van het valraam negatief beïnvloeden.

Bij de nieuwe 'lage vloer' trams is de voorzijde wat lager en heeft het front een andere vormgeving waardoor een persoon minder gemakkelijk onder de tram zou komen. Er is geen valraam meer toegepast.

Bij personenauto's is het gevaar van onder de wielen komen minder groot dan bij een tram vanwege de gunstigere vormgeving van het front en de grote remvertraging. Een vrachtauto kan bij frontale aanrijdingen door de specifieke vormgeving van het front ook over een fietser of een voetganger heenrijden.

3.2. Ongevallen en infrastructuur

Onder infrastructuur wordt niet alleen de 'railhardware', zoals rails, bovenleiding en seinen, verstaan, maar ook de weginrichting: het wegontwerp, de verkeersregelinstallaties, de plaats van de tram in de weg en de tramwaarschuwingssystemen (zie figuur 8). Dit zijn lichten met een afbeelding van een tram die zowel in rood als in oranje kunnen worden aangetroffen. Ze knipperen en geven in het algemeen een belsignaal bij een naderende tram. Ze kunnen al dan niet gekoppeld zijn aan een negenoog (licht voor de tram) en aan een verkeersregelinstallatie voor het wegverkeer.

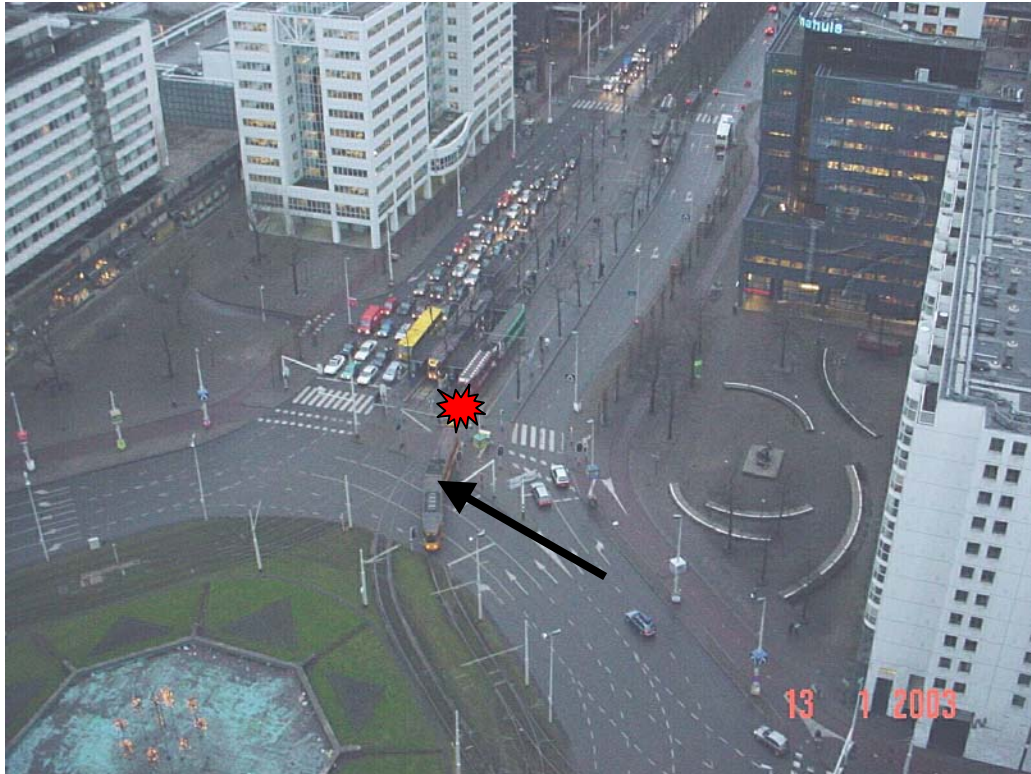


Figuur 8: Oranje knipperend tramwaarschuwingssysteem (zie pijl) op locatie Weena/Hofplein (zie hoofdstuk 3.2.1)

Bij het ongeval beschreven in hoofdstuk twee was het zicht slecht en werd de zogenaamde 'vrije' trambaan onderbroken door onbeveiligde overpaden. Ook uit de andere onderzochte ongevallen komt naar voren dat de infrastructuur onoverzichtelijk en verwarrend is voor de weggebruiker en bijdraagt aan onveilig gedrag.

3.2.1 Weena/ Hofplein, Rotterdam

Bij een ongeval op het Weena in Rotterdam (zie bijlage 1, ongeval nummer 5) werd een voetganger bij het oversteken van het Weena, één van de drukste kruispunten in de binnenstad (zie figuur 9), aangereden door een tram.



Figuur 9: zicht op de kruising van het Weena met het Hofplein. Er staan twee trams stil bij de halte. De tram op de voorgrond (zie pijl) rijdt in dezelfde richting als de tram bij het ongeval. De plaats van het ongeval wordt aangegeven met een ster.

Verkeerssituatie

De weg wordt in het midden gescheiden door een zeer brede trottoirachtige middenberm met daarin een drietal sporen. Op de middenberm vlak naast de voetgangersovergang bevindt zich een drukke tramhalte (acht tramlijnen). De (voetgangers)kruising met de tram is beveiligd met tramwaarschuwingslichten die zijn gekoppeld aan de verkeersregelininstallatie.

Toedracht ongeval

Bij het ongeval stonden voor de beide weghelften de verkeerslichten voor de voetganger op groen, echter voor de oversteek van de middenberm knipperden de oranje tramwaarschuwingslichten. Tegelijkertijd stond aan de rechterkant een tram stil bij de halte, aan de linkerkant van de voetganger stond vlakbij de oversteek een manshoge schakelkast die het zicht van de voetganger richting het Hofplein belemmerde (zie figuur 10).

De voetganger zag het knipperende waarschuwinglicht niet of heeft ten onrechte ingeschat veilig te kunnen oversteken. Hij begon met het oversteken van de tramsporen en liep daarbij tegen de zijkant van de voorzijde van de tram aan die van links achter kwam.



Figuur 10: De kruising met de schakelkast. Het slachtoffer had dezelfde positie als de man op de foto (zie pijl). De tram kwam ook uit dezelfde richting als afgebeeld.

De trambestuurder verklaarde dat hij geen kans heeft gehad om te reageren doordat hij het slachtoffer door de aanwezige schakelkast niet had gezien.

Infrastructurele veiligheidsproblemen

Bij dit ongeval valt de zichtbelemmerende schakelkast op. Deze kast is dermate hoog dat een volwassen voetganger er makkelijk achter verdwijnt (zie figuur 10). Ook staat de kast tamelijk dicht bij de tramoversteek zelf. Voor beide partijen is deze situatie onoverzichtelijk. Allereerst is voor de trambestuurder niet te zien of er zich achter de kast een voetganger bevindt, waardoor hij moeilijk kan anticiperen. De voetganger ziet de tram van links ook niet aankomen. Eventuele geluiden van trams helpen de voetganger niet, omdat er veel omgevingsgeluid is en de trams uit verschillende richtingen kunnen naderen. Er zijn immers drie tramsporen aanwezig. Voor het middelste tramspoor is niet duidelijk zichtbaar uit welke richting de tram kan naderen. Voor de twee buitenste tramsporen is dit ook niet zichtbaar, maar gelet op de algemene situatie in het wegverkeer mag de weggebruiker hierover een bepaalde verwachting hebben. Voor het middelste spoor geldt dit echter niet.

De knipperende waarschuwingslichten geven de voetganger ook geen houvast over hoeveel trams hij over welk spoor uit welke richting moet verwachten. Vaak trekt een weggebruiker die een knipperend waarschuwingslicht ziet, de conclusie dat het licht knippert voor de (eerste) tram die hij ziet. In dat geval is het mogelijk dat hij nalaat naar een tweede tram uit te kijken. Door de directe nabijheid van een drukke tramhalte is de kans groot dat daar net een tram vertrekt of halteert, waarvan dan wordt aangenomen dat die het knipperend waarschuwingslicht veroorzaakt.

Verder valt op dat de voetganger tegelijkertijd met de knipperende tramwaarschuwingslichten voor beide weghelften een groen voetgangerslicht ('lokgroen') krijgt. Een dergelijke verkeerssituatie met tegenstrijdige informatie vanuit voetgangerslicht en tramwaarschuwingslicht is niet uniek voor deze locatie, maar wordt op andere plaatsen¹⁶ en in andere steden ook aangetroffen.

3.2.2. Melanchtonweg, Rotterdam

Bij een ongeval op de Melanchtonweg (zie bijlage 1, ongeval nummer 7) in Rotterdam werd een personenauto bij het afslaan over de trambaan aangereden door een tram.

¹⁶ Voorbeelden: Vasteland/Leuvehaven Rotterdam, Spui Den Haag.



Figuur 11: Foto genomen vanuit de richting waarin de automobilist reed (pijl).

Verkeerssituatie

Naast de weg ligt een dubbele trambaan voor tramverkeer in beide richtingen. Deze wordt van de weg afgescheiden door een berm met een fietspad. Op de berm staat een aantal borden en lantarenpalen (zie figuur 11).

De afslag over de 'vrije' trambaan is beveiligd door rode tramwaarschuwingslichten die van toepassing zijn op beide tramsporen. De lichten staan aan weerszijde van de weg voor de overgangen en zijn gericht op het aankomende wegverkeer.

Toedracht ongeval

Bij het ongeval wilde de betrokken autobestuurder rechtsaf slaan (zie figuur 11). De betrokken tram reed in tegenovergestelde richting op de Melanchtonweg. Op hetzelfde moment rijdt vanuit dezelfde richting als de auto een tram. De autobestuurder zag het in zijn richting knipperende waarschuwingslicht niet of heeft ingeschat veilig te kunnen oversteken. Hij begon met het oversteken van de tramsporen, maar heeft daarbij de voor hem van links komende tram, die hem vol in de linker zijkant raakte, over het hoofd gezien,

Infrastructurele veiligheidsproblemen

Bij het ongeval op de Melanchtonweg te Rotterdam valt op dat de autobestuurder weinig plaats (en tijd) heeft om de verkeerssituatie goed te kunnen overzien. De afstand tussen rijbaan en trambaan is zeer klein, waardoor de rijdende automobilist weinig tijd heeft om de beschikbare informatie van wegbeeld en tramwaarschuwingslicht in zich op te nemen. Bovendien moet de automobilist ver over zijn rechterschouder kijken om de tram die parallel met hem rijdt tijdig te kunnen waarnemen. Hij moet tegelijkertijd de hem tegemoetkomende tram waarnemen, waarbij een rasterhek het zicht enigszins belemmert en er ook in het algemeen veel 'visuele ruis' is.

Een opvallend ander aspect van dit ongeval is de plaatsing van de bovenleidingmast. Aangezien deze dicht bij de overgang stond, kon de auto door de tram daartegen aan worden geduwd, waardoor de schade en het letsel voor de bestuurder groter werden. Er is bij de kruising geen verkeersregelinstallatie aanwezig. De zichtbaarheid van de tramwaarschuwingslichten is redelijk goed, maar door de visuele ruis bestaat de kans dat de weggebruiker de lichten over het hoofd ziet en/of verkeerd interpreteert.

3.2.3 Van Baerlestraat, Amsterdam

Bij een ongeval op de Van Baerlestraat in Amsterdam (zie bijlage 1, ongeval nummer 10) is een fietser bij het kruisen van de straat aangereden door een tram.

Verkeerssituatie

Ter hoogte van het ongeval is de drempel waarmee de 'vrije' trambaan wordt afgescheiden van de weg, twee keer onderbroken om fietsverkeer bij de kruising doorgang te geven. Er is geen verkeersregelinstantie geplaatst. De Van Baerlestraat is ter hoogte van de ongevallocatie een voorrangsweg.



Figuur 12: de van Baerlestraat gezien vanuit de rijrichting van de tram. De fietser kwam van rechts (zie pijl).

Toedracht ongeval

De tram reed in de richting van het Concertgebouwplein met een snelheid van ongeveer 45 km/u. Op dat moment bevond zich rechts naast de tram een file auto's. De fietser, vermoedelijk komende uit de Nicolaas Maesstraat stak de rijbaan over tussen de file door en wilde vervolgens de dubbele trambaan oversteken (zie figuur 12). Hierbij zag de fietser kennelijk de aankomende tram over het hoofd en kwam in aanraking met de tram. De bestuurder van de tram was verrast door de overstekende fietser en heeft pas vlak voor of kort na de confrontatie een noodremming ingezet.

Infrastructurele veiligheidsproblemen

Opvallend is dat er gedurende de lange oversteek (fietspad, rijbaan, trambaan, rijbaan en weer een fietspad) voor de fietser nergens (veilige) opstelplaatsen zijn. Hij moet dus de oversteek in één keer maken. Doordat er sprake was van een 'file' met auto's was bovendien het zicht op de tram slecht.

Vergelijkbare verkeerssituaties worden in de verschillende steden op veel plaatsen aangetroffen. In veel gevallen is de ruimte voor zowel tram als wegverkeer e.a. zeer beperkt. De trambaan is daarbij minimaal afgeschermd van het wegverkeer terwijl door de tram snelheden tot vijftig kilometer per uur worden gehaald. Gezien het remvermogen van de tram is de kans voor een trambestuurder om bij deze snelheid een ongeval te voorkomen nihil en zal de botssnelheid relatief hoog zijn¹⁷.

3.2.4. Conclusie

Infrastructurele veiligheidsproblemen zijn niet uniek

Deze drie situaties zijn exemplarisch voor de wijze waarop in de tramsteden de tram is ingebed in het wegverkeer. De complexiteit van de gecombineerde infrastructuur is groot, waardoor een weggebruiker gemakkelijk (waarnemings- en inschattings)fouten maakt. In de binnensteden is nauwelijks sprake van een scheiding tussen de verkeersstromen van tram

¹⁷ Gebruikmakend van typische remvermogens en reactietijden van bestuurders en remsystemen van trams en auto's (zie ook paragraaf 3.1.1) is een snelheid van een tram van 50 km/uur voor wat betreft de stopafstand te vergelijken met een snelheid van 75 km/uur voor een auto.

en weg, met uitzondering van de gemeente Utrecht. In die gemeente is de tram later aangelegd en loopt niet door de binnenstad maar uitsluitend over de brede stroomwegen. Een 'vrije' trambaan is een lokaal gedefinieerd en relatief begrip. Echt vrij gelegen banen (éénduidig afgeschermd óók voor de zwakke verkeersdeelnemer) zijn schaars en betreffen veelal de tramlijnen naar de periferie van de stad

Binnen het wegverkeer wordt sinds de jaren negentig veel aandacht besteed aan het ontwerp van de infrastructuur. De zogenoemde 'duurzaam veilige' infrastructuur dient zodanig ontworpen te zijn, dat het voor de weggebruiker duidelijk is, welke verkeerssituaties hij kan verwachten en welk gedrag van hem wordt verwacht. Dit vergt een zekere consistentie en helderheid in het ontwerp van de infrastructuur. Bij de analyse van de tramongevallen is echter gebleken, dat voor de gecombineerde infrastructuur de principes van Duurzaam Veilig niet worden toegepast.

Tramwaarschuwingslichten vormen geen éénduidige signalering

Bij kruisingen van voetgangers en fietsers met het tramverkeer worden vaak (oranje of rood knipperende) tramwaarschuwingslichten gebruikt, maar ook bij kruisingen van auto's met tramverkeer - als er geen verkeerslichtinstallatie staat- worden tramwaarschuwingslichten gebruikt. Het tramwaarschuwingslicht is in het algemeen beschouwd een zeer beperkte manier om de weggebruiker te attenderen op het gevaar bij de tramovergangen. De boodschap van een oranje knipperend licht in het wegverkeer is 'oversteken op eigen waarneming'. Het betekent niet dat er op dat moment kruisend verkeer is. Dit is echter bij de tram wél het geval; het waarschuwingslicht duidt op het directe gevaar van de naderende tram. De signaalwaarde van het oranje knipperende waarschuwingslicht is dus voor een weggebruiker te beperkt.

Tenslotte is bij locatiebezoeken opgevallen dat de tramwaarschuwingslichten niet altijd werken. Verder is het moment waarop het licht begint te werken en weer ophoudt zeer verschillend per locatie. Hierdoor zullen weggebruikers er nog minder de waarde aan toekennen, die ze eigenlijk toekomt.

Bij nieuwe tramovergangen valt op dat op sommige locaties gebruik gemaakt wordt van een speciaal verkeerslicht met twee lampen, dat rood licht geeft indien de tram nadert en verder gedoofd is (zie figuur 13 hieronder). Ooit waren er zelfs waarschuwingslichten, waarbij werd aangeduid uit welke richting de tram naderde.



Figuur 13: Tram'verkeerslichten'

Geconcludeerd kan worden dat de beveiliging bij overgangen verwarrend is voor alle weggebruikers. Aangezien er in het stedelijke gebied zeer veel overgangen voorkomen die potentieel gevaarlijk zijn voor de weggebruiker, is de beveiliging van deze overgangen echter een niet te onderschatten aandachtspunt.

4 ANALYSE: ACHTERGRONDEN MATERIEEL EN INFRASTRUCTUUR

4.1. Betrokkenen

Rijksoverheid

De Rijksoverheid, in casu het ministerie van Verkeer en Waterstaat is verantwoordelijk voor de regelgeving in het verkeer en vervoer, alsmede voor toelating van voertuigen tot de weg en de inspectiefunctie. Relevante regelgeving betreft de Regeling Verkeerstekens- en Verkeersregels, de Regeling Rijksbijdrage Openbaar Vervoer; de Wet Personenvervoer; de Wegenverkeerswet en de Gemeentewet (Binnenlandse Zaken). De Locaalspoor- en Tramwegwet en het Tramwegreglement zijn niet van toepassing op de lokale tram¹⁸; er is regelgeving noch toezicht vanuit het rijk ten aanzien van de lokale tram. Het betreft dus een gemeentelijke verantwoordelijkheid cq. een verantwoordelijkheid van bovengemeentelijke samenwerkingsverbanden. Het rijk maakt het openbaar vervoer per tram mogelijk door middel van exploitatiesubsidies aan de kaderwetgebieden.

Gemeenten / kaderwetgebieden

Tramlijnen zijn te vinden in de vier grote steden en omliggende gemeenten. De verantwoordelijkheid voor de tram(infrastructuur), maar ook de verkeersveiligheid, het beheer van de openbare ruimte en de energievoorziening ligt bij de gemeenten. De verantwoordelijkheid voor de exploitatie van het openbaar vervoer in de grote steden ligt echter bij de kaderwetgebieden, die daartoe concessies verlenen aan vervoerbedrijven. De kaderwetgebieden worden ook wel openbaar vervoer-autoriteiten of -opdrachtgevers genoemd. De Kaderwet geeft gemeenten in de Kaderwetgebieden de mogelijkheid om te komen tot een regionaal bestuur dat een aantal gemeenschappelijke vraagstukken m.b.t. de problematiek in de grote steden kan aanpakken.

Vervoerbedrijven (al dan niet verzelfstandigde overheidsdiensten)

Openbaar vervoer met trams in de vier grote steden wordt verzorgd door vier vervoerbedrijven: RET (Rotterdam), GVB Amsterdam, HTM (Den Haag) en Connexion (Utrecht). GVB en RET zijn gemeentelijke diensten; HTM en Connexion zijn naamloze vennootschappen. Het betreft hier grote bedrijven met enkele duizenden werknemers en tientallen miljoenen klanten per jaar.

Fabrikanten trams

Het trammaterieel wordt tegenwoordig door een beperkt aantal bedrijven geproduceerd. Het betreft met name Siemens en Bombardier (eigenaar van Adtranz), Alstom en AnsaldoBreda. De vervoerbedrijven laten het materieel maken door de fabrikanten, waarbij de Europese aanbestedingsregels moeten worden gevolgd.

4.2. Ontwerp van trams

Boodschap: Bij gebrek aan formele regelgeving bepalen de trambedrijven zelf de eisen met betrekking tot het ontwerp van trams, waarbij zij weinig aandacht hebben voor de verkeersveiligheid voor de overige weggebruikers.

Gebleken is dat trams eigenschappen hebben die ongunstig zijn voor derden. Dit roept de vraag op hoe dat komt en met name waarom er geen verandering komt in deze situatie.

¹⁸ Dit volgt uit artikel 8 van de Lokaalspoor- en Tramwegwet, waar het personenvervoer per rail binnen de grenzen van een gemeente wordt uitgezonderd van de railregelgeving.

Bij het bepalen van de eigenschappen van het materieel zijn drie partijen betrokken: de trambedrijven (soms gemeentelijke diensten) zelf, de opdrachtgever voor het tramvervoer (stadsregio/kaderwetgebied) en de rijksoverheid die als regelgever zou kunnen optreden.

4.2.1. Tramontwerp in de praktijk

Voor de trambedrijven en hun opdrachtgevers dienen trams aan uiteenlopende eisen te voldoen. Belangrijke eigenschappen voor een tram zijn bedrijfszekerheid, duurzaamheid, comfort en veiligheid voor de bestuurder en de passagiers. Deze eigenschappen zijn dus vooral gericht op de bestuurder en de inzittenden, alsmede op de bedrijfsvoering, en niet of nauwelijks op de overige weggebruikers. In de concessies, die de opdrachtgevers voor het tramvervoer verlenen aan de vervoerbedrijven, zijn deze eisen aan eigenschappen terug te vinden (zie ook paragraaf 5.1).

De vervoerbedrijven hebben (bij gebrek aan andere regels) eigen interne normen en regels waaraan de tramvoertuigen moeten voldoen voordat ze in dienst kunnen worden genomen. Op vrijwillige basis hanteert men daarbij de Duitse 'Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung' (1987), de zogenaamde BOStrab. Bij de vervoerbedrijven worden deze richtlijnen als een minimumeis gezien. Met betrekking tot het ontwerp van de tram zijn in de BOStrab (§ 33) alleen algemene constructie-eisen opgenomen. Verder wordt er gesproken over de veiligheidsvoorzieningen voor de passagiers zoals de brandveiligheid, sterkte van de ruiten, nooduitgangen etcetera. Over de bescherming van de personen buiten de tram zijn in BOStrab geen regels opgenomen.

De werking van de remmen wordt in de BOStrab specifiek beschreven (§ 36). De minimale remvertragingen van trams bij het toepassen van de noodremmen zijn weergegeven in figuur 14 hieronder.

Duidelijk is, dat de waarden die bij de onderzochte ongevallen zijn gemeten, gemiddeld binnen deze normen blijven (zie figuur 5). Uit de onderzochte ongevallen blijkt echter ook, dat de trams niet altijd voldoen aan de normen uit de BOStrab. Dit betekent, dat er nog wel verbeteringen mogelijk zijn aan het remvermogen van individuele trams.

Snelheid [km/h]	Noodremvertraging [m/s ²]	Remafstand [m]
20	1,71	9
30	2,04	17
40	2,29	27
50	2,47	39
60	2,57	54
70	2,73	69

Figuur 14: Grenswaarden voor noodremvertragingen en remafstanden gegeven een bepaalde beginsnelheid (BOStrab). Remafstanden: de afstand die de tram tijdens zijn remweg aflegt.

Verder zijn in de BOStrab onder meer nog eisen gesteld aan de onafhankelijk van elkaar werkende remmen, het minimaliseren van het risico voor passagiers en de bediening van de noodrem door passagiers.

Als de voertuigen voldoen aan de –door de vervoerbedrijven vrijwillig aanvaarde– Duitse normen, dan is er verder geen impuls om 'het beter te doen'. Voor de trambedrijven en hun opdrachtgevers is het al met al van belang, dat het materieel geschikt moet zijn voor exploitatie. De veiligheid van de inzittenden en de bescherming bij botsingen tussen trams onderling staan daarbij voorop. Door de stalen constructie en massa van de tram is deze veiligheid gewaarborgd.

Voor de fabrikanten geldt dat zij met een beperkt aantal concurrenten opereren op een kleine markt met een beperkt aantal afnemers, de trambedrijven. De productieaantallen zijn klein waardoor het bouwen van een tram een kostbare zaak is. De bedrijven stellen programma's

van eisen op waar de fabrikanten aan moeten voldoen. Daarmee hebben de bedrijven zelf grote invloed op het ontwerp van de trams.

4.2.2. Intermezzo: Vergelijking met het wegverkeer

In hoofdstuk drie is aangetoond, dat een zogenaamd compatibiliteitsprobleem bestaat tussen tram en overig verkeer. De gevolgen van aanrijdingen met auto's zijn onderwerp van uitgebreid onderzoek. Het accent ligt daarbij op botsingen tussen auto's onderling. Consumentenorganisaties zorgen er voor dat moderne auto's aan botsproeven worden onderworpen, waardoor de botsveiligheid steeds wordt verbeterd en de inzittenden een grote overlevingskans hebben. Hierbij is geen sprake van regelgeving, maar van goed georganiseerde consumentenbelangen. Het gaat immers om de veiligheid van die consument (de autokoper) zelf.

De aandacht voor de gevolgen van botsingen tussen auto's en vrachtauto's enerzijds en zwakke verkeersdeelnemers anderzijds groeit. Er wordt onderzoek gedaan naar voorkanten van personenauto's die 'vriendelijk' zijn voor voetganger en fietser. Hierbij is de druk van de (auto)consumentenorganisaties en producenten minder voor de hand liggend. De zwakke verkeersdeelnemer is immers de derde partij en voor producenten brengen extra eisen doorgaans hogere kosten met zich mee. Verbeteringen op dit gebied vinden vooral plaats door middel van regelgeving van de overheid. In feite is de situatie bij de tram versus de overige verkeersdeelnemers hiermee vergelijkbaar.

4.2.3. Formele regelgeving vanuit de overheid

Uit het intermezzo blijkt dat, indien zich een compatibiliteitsprobleem voordoet tussen een voertuig en een zwakke verkeersdeelnemer, bij de producent van dat voertuig geen geneigdheid bestaat om aanpassingen aan te brengen gericht op de veiligheid van de zwakke partij. Een dergelijke impuls kan alleen komen vanuit de overheid. Deze impuls blijkt bij trams niet te bestaan.

Als men de regelgeving bestudeert, dan valt op dat er – in tegenstelling tot andere wegvoertuigen- aan de tram geen wettelijke eisen worden gesteld voordat hij in Nederland mag worden toegelaten en worden gebruikt. De tram wordt in het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens (RVV) wel genoemd als verkeersdeelnemer cq. weggebruiker. De eisen aan wegvoertuigen zijn vastgelegd in het Voertuigreglement (een uitvoeringsbesluit van de Wegenverkeerswet). In dit Voertuigreglement zijn o.a. de normen voor de remvertragingen van bijna alle voertuigen vastgelegd. De gemeten waarden van moderne voertuigen blijken altijd ruim aan de norm te voldoen (zie figuur 15). Zoals blijkt uit onderstaande tabel zijn er voor de maximale remvertraging van de tram geen wettelijke eisen vastgesteld.¹⁹

Remvertragingen		
Voertuigtype	Wettelijk norm [m/s ²]	Typische waarden [m/s ²]
Tram	Geen	1.8 – 3.5 ²⁰
Auto	5.2	7.0 – 9.0
Vrachtauto	4.5	5.0 – 8.0 ²¹
Bus / Touringcar	4.5	6.0 -
Motoren	3.9 (alleen voor)	6.0 – 7.0 (alleen voor) ²²
	2.6 (alleen achter)	3.0 – 4.0 (alleen achter)
	5.2 (beide)	8.0 – 10.0 (beide)
Bromfiets	4.0	geen gegevens
Fiets	goed werkend	geen gegevens

¹⁹ Na telefonisch contact met een stafafdeling van de RDW is gebleken dat er geen beleidsinitiatieven (in voorbereiding) zijn op het gebied van voertuigeisen voor trammaterieel.

²⁰ Bij noodremming op droge rails. De invloed van zand op de remvertraging is niet nader onderzocht, echter de laagst gemeten waarde werd gemeten bij een tram waarvan de zandstrooiers niet functioneerden.

²¹ Dit is sterk ladingsafhankelijk.

²² Voor motorfietsen geldt zeer nadrukkelijk dat de vaardigheid van de bestuurder een grote invloed heeft op de maximaal te behalen remvertraging.

Figuur 15: Wettelijke vereiste en typisch haalbare remvertragingen bij geconditioneerde omstandigheden voor verschillende voertuigtypes.

In Europees verband zijn de materieleisen voor trams nog in ontwikkeling.²³ Het is echter niet te verwachten, dat de eisen ten aanzien van botsveiligheid en remkracht strenger zullen worden dan reeds gangbaar in de praktijk.

4.3. Infrastructuur als gegeven?

Boodschap: Aanpassingen aan de inrichting van de infrastructuur vinden zelden plaats vanuit de invalshoek van de veiligheid van derden. Voor de gemeente is tramveiligheid geen aandachtspunt. Tevens zijn er geen richtlijnen waaraan de gecombineerde infrastructuur dient te voldoen.

4.3.1 Historie

De traminfrastructuur is grotendeels een historisch gegroeid gegeven. De tram heeft aan het eind van de negentiende eeuw zijn intrede gedaan in verschillende Nederlandse steden. In 1864 reed de eerste paardentram in Den Haag; de eerste stoomtramlijn dateert uit 1879. Medio 1900 reed de eerste elektrische tram in Amsterdam; Den Haag volgde enige jaren later. De bijbehorende traminfrastructuur is grotendeels aangelegd in het begin van de twintigste eeuw. Daarmee is die infrastructuur een historisch gegeven. Wel werden bij de aanleg van nieuwe woonwijken nieuwe tramverbindingen gerealiseerd, zoals Den Haag Mariahoeve in 1961, Voorburg en Leidschendam in 1971. De tramlijnen in en ten zuiden van Utrecht dateren uit de jaren tachtig. Recentelijk worden eveneens in het kader van de bouw van woningen op nieuwe locaties even buiten de grote steden nieuwe tramlijnen aangelegd zoals lijn 17 naar het Wateringse Veld bij Den Haag.

Traminfrastructuur is duur. Indien deze infrastructuur (met name de rails en bovenleiding) eenmaal is aangelegd, is het niet eenvoudig hierin wijzigingen aan te brengen. Dit blijkt in de praktijk ook niet vaak te gebeuren.²⁴ Maar ook bij verkeers- en waarschuwingslichten blijkt het niet eenvoudig veranderingen aan te brengen. Naast de historische bepaaldheid en de kostbaarheid van de railinfrastructuur heeft dit ook te maken met het niet onderkennen van de veiligheidsknelpunten of de wijze waarop deze worden beoordeeld. Ter illustratie wordt hieronder de achtergrond van één typerend infrastructureel knelpunt behandeld, zoals dat gebleken is uit het ongeval op het Weena bij het Hofplein (zie ook 3.2.1).

4.3.2 Huidige situatie

Op het Weena bij het Hofplein had in de jaren voorafgaand aan het onderzochte tramongeval geen ernstig voorval plaatsgevonden. Trambestuurders bleken echter al jaren te klagen over het slechte zicht ten gevolge van de schakelkast. Deze klachten zijn gemeld bij hun lijnmanagers, die op hun beurt de klachten via de rayonmanager hebben doorgegeven aan de divisie Infrastructuur van het trambedrijf. De divisie Infrastructuur van de RET bleek inderdaad op de hoogte van de situatie. Deze divisie heeft echter uitsluitend een taak op het gebied van (onderhoud van) de technische installaties zoals de rails en de bovenleiding. De verkeerssituatie is een verantwoordelijkheid van de gemeente. De divisie heeft de klachten over het slechte zicht al ongeveer twee jaar voor het ongeval doorgegeven aan de dienst Stedenbouw en Volkshuisvesting (dS+V) van de gemeente. Deze dienst heeft in overleg met Gemeentewerken (werf Centrum) getracht te achterhalen wie de eigenaar van de schakelkast was. Dit is niet gelukt, ook niet na het openen van de kast door de politie of via het telefoonnummer dat op de kast vermeld staat van het buitenreclame-bedrijf. Hierna zijn geen initiatieven meer genomen. Men achtte het probleem niet zodanig acuut dat de kast

²³ CEN Standards PrEN 12663, PrEN 13452-1, PrEN 13452-2.

²⁴ Een uitzonderlijk voorbeeld is de reconstructie van het Rijswijkseplein in Den Haag, waar zowel de rijbanen als de trambanen opnieuw zijn ingedeeld. Dit project is zeer kostbaar geweest.

zonder overleg met de eigenaar verwijderd kon worden. Recent is deze kwestie weer ter hand genomen door Gemeentewerken (werf Centrum), maar dit heeft (voorjaar 2003) nog niet tot verwijdering geleid.

Er zijn diverse gemeentelijke diensten betrokken bij het ontwerp en beheer van de tram- en weginfrastructuur. Voor Rotterdam zijn dit de RET, dS+V en Gemeentewerken:

De dS+V is verantwoordelijk voor het totale verkeer- en vervoerbeleid in de gemeente.²⁵ De inrichting – vernieuwingen en wijzigingen – van wegen inclusief de verkeersregelinstanties is een taak van de dS+V. Indien een trambestuurder slecht zicht heeft, betreft dat herinrichting en is het dus de verantwoordelijkheid van de dS+V. De dS+V treedt ook op als opdrachtgever voor de uitvoering van de traminfrastructuur. In Rotterdam krijgen de deelgemeenten steeds meer verantwoordelijkheden, ook voor onder andere de openbare ruimte. De dS+V dient zo veel mogelijk in opdracht van de stadsdelen te werken. Zo lang er geen wens vanuit de betreffende deelgemeente is geformuleerd tot aanpassing van een bepaalde situatie (zoals het Weena), is de dS+V terughoudend. Uiteraard beschikt de dienst wel over veel kennis, waardoor ze zich niet uitsluitend passief opstelt.

De dienst Gemeentewerken is binnen de gemeente verantwoordelijk voor (technisch) beheer en onderhoud van de weg. Uitvoering van herinrichting, vernieuwingen en wijzigingen in de infrastructuur is de taak van de wegbeheerder. Ook bij kleine aanpassingen in de buitenruimte zoals het verwijderen van een schakelkast of een boom is Gemeentewerken en niet de dS+V verantwoordelijk. Gemeentewerken heeft per deelgemeente een 'werf'. De wegbeheerder kan op basis van eigen schouwingen of klachten van burgers²⁶ knelpunten aanpakken dan wel doorgeleiden, indien ze vernieuwingen en wijzigingen betreffen; die laatste taak is immers voor de dS+V.

In feite is hier sprake van een splitsing binnen het gemeentelijk wegbeheer in inrichting enerzijds en beheer en onderhoud anderzijds.

Hierboven is ter illustratie een situatie in de gemeente Rotterdam beschreven. Er zijn geen redenen om te veronderstellen dat het in andere gemeentes beter of anders geregeld is.

²⁵ Het openbaar vervoerbeleid is een bovengemeentelijke taak (zie hoofdstuk vijf).

²⁶ Die waren hier echter niet.

5. ANALYSE: BESTUURLIJKE FACTOREN

Boodschap: *In de beleidsaandacht voor trams en openbaar vervoer domineert het waarborgen van mobiliteit. Ook de financiering is daarop gericht en is rechtsreeks gekoppeld aan het aantal reizigerskilometers. Verder ziet de rijksoverheid de tram en zeker ook de veiligheid daarvan als een aangelegenheid voor enkele grote steden, terwijl de tram voor deze gemeenten een zeer bescheiden veiligheidsprobleem vormt. Er is geen regelgeving gericht op de (verkeers)veiligheid van trams. Het verhalen van schade van de weggebruiker op het trambedrijf blijkt op grond van jurisprudentie mogelijk te zijn. Hieruit kan worden afgeleid dat de tram is te beschouwen als 'gewone' (gemotoriseerde) verkeersdeelnemer. Toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van light rail zijn onder deze omstandigheden en mede geleet op de beleidsuitgangspunten zorgelijk.*

5.1. Beleid: bevorderen OV-mobiliteit

Openbaar vervoer vervult vanuit de optiek van de rijksoverheid een mobiliteitsdoelstelling. Deze doelstelling wordt gerealiseerd door het aanbieden van (tram)materieel dat aantrekkelijk is voor de reiziger en infrastructuur die het mogelijk maakt snel en economisch te reizen.

In de nota Mobiliteitsmanagement 2002 wordt het beleid als volgt geformuleerd:
'Mobiliteitsmanagement richt zich niet op het faciliteren van een aanwezige vraag naar het gebruik van de (overdrukke) infrastructuur, maar op het verleggen van die vraag naar andere reisdoelen, routes, vervoerwijzen en reistijden. Dit gebeurt door in te spelen op de voordelen die de reiziger daarmee kan behalen ten aanzien van gemak, kosten, snelheid en flexibiliteit. Daarmee draagt mobiliteitsmanagement bij aan de verbetering van de bereikbaarheid, de locale leefbaarheid en het milieu.'

Een specifiek en relevant onderdeel van dit mobiliteitsmanagement is het verhogen van het aandeel alternatieven voor het autogebruik. Auto's tasten immers de leefbaarheid van de stad aan. Nu neemt de auto ongeveer 75% van alle vervoerkilometers voor zijn rekening, het openbaar vervoer zo'n 15%. Verkeer en Waterstaat heeft hierbij vooral 'een faciliterende, voorwaardenscheppende en samenbindende rol op nationale schaal. Daadwerkelijke vormgeving van mobiliteitsbeleid gebeurt door partijen als decentrale overheden, werkgevers, publiekstrekkers en aanbieders van mobiliteitsvoorzieningen (vervoerbedrijven).'

De HTM verwoordt het belang van openbaar vervoer op haar website als volgt:
'Goed openbaar vervoer is een levensvoorwaarde. Anders raakt een stad verstopt en verliest het zijn aantrekkingskracht op bedrijven, bewoners en bezoekers. ... HTM {wil} zoveel mogelijk reizigers overtuigen dat openbaar vervoer een goed alternatief voor de auto kan zijn.'

In de grote steden als Amsterdam en Den Haag hebben openbaar vervoer en taxi een groot aandeel in de vervoerprestatie. In Den Haag bijvoorbeeld gaat 20% van alle verplaatsingen via het openbaar vervoer; in (het centrum van) Amsterdam zelfs 37%.

Mobiliteit en sociale veiligheid

De sociale onveiligheid in en rond het openbaar vervoer is iets waar vele mensen dagelijks mee geconfronteerd worden en waardoor het openbaar vervoer onaantrekkelijk wordt. Aangezien hierdoor de mobiliteitsdoelstellingen in gevaar komen, heeft dit geleid tot een toenemende belangstelling voor dit probleem. In het Strategisch Akkoord van juli 2002 heeft het kabinet -na een motie van de Tweede Kamer hieromtrent- aangegeven dat het de verbetering van de veiligheid in het openbaar vervoer belangrijk vindt en het is dan ook

expliciet genoemd in de troonrede. De minister van Verkeer en Waterstaat is daarom eind 2002 met een Nota Aanvalsplan sociale veiligheid openbaar vervoer gekomen.

Financiering

De financiering van het openbaar vervoer staat geheel in het teken van het mobiliteitsvraagstuk. Indien de betrokkenen bij het openbaar vervoer financiële middelen zouden willen inzetten voor de verkeersveiligheid van derden, dan zou dit ten koste gaan van de overige activiteiten en dus ook ten koste van de mobiliteitsmaatregelen.

De kosten van het openbaar vervoer betreffen de exploitatiekosten: personeel en onderhoud aan materieel en infrastructuur. De investeringskosten worden apart gefinancierd.

Exploitatie

Voor de exploitatie is de verantwoordelijkheid gelegd bij de zogenaamde 'concessieverleners' of 'openbaar vervoer autoriteiten'. Dit zijn de bestuursorganen die aan vervoerbedrijven 'concessie'²⁷ verlenen tot het verzorgen van openbaar vervoer. Deze bestuursorganen zijn de provincies en kaderwetgebieden (vervoerregio's). De gemeenten spelen alleen een rol in de kaderwetgebieden.

Het openbaar stads- en streekvervoer wordt deels bekostigd door de reizigers zelf door middel van de verkoop van de strippenkaarten. Deze verkopen leveren jaarlijks ongeveer een half miljard euro op.

Daarnaast draagt het rijk aanzienlijk bij aan de kosten van het openbaar vervoer. Deze bijdrage is geregeld in de Regeling rijksbijdrage openbaar vervoer. Deze regeling heeft betrekking op de berekening, vaststelling, besteding en verantwoording van de rijksbijdrage. De rijksbijdrage voor 2003 is in totaal iets meer dan 1 miljard euro. De verhouding tussen bijdragen van overheid en reizigers is gemiddeld ongeveer 2:1, met andere woorden, het openbaar vervoer kan zichzelf niet bedruipen en krijgt aanzienlijke subsidies. De Rijksbijdrage is gebaseerd op de door de vervoerbedrijven gerealiseerde vervoeropbrengsten. Via de opbrengsten is de financiering van het Rijk gekoppeld aan het aantal reizigerkilometers.

De opbrengsten van de strippenkaarten worden verdeeld over de concessieverleners. De verdeling van de Rijksbijdrage wordt (tot en met 2003) gekoppeld aan de verdeling van de opbrengsten. Dit systeem impliceert overigens een 'beloning' voor het tegengaan van zwart rijden, aangezien er dan in een regio meer opbrengsten zijn en daardoor meer rijksbijdrage. In de toekomst vervalt dit en spelen factoren als bevolkingsdichtheid en aantallen lijnen een rol.

Met de introductie van de Wet personenvervoer 2000 mogen de 'openbaar vervoer autoriteiten' dus zelf het openbaar vervoer aanbesteden en concessies verlenen aan vervoerbedrijven.²⁸ Hierdoor kunnen zij de wijze van financiering van het vervoerbedrijf en de daaraan verbonden voorwaarden zelf vorm geven.

Voor het openbaar vervoer in Rotterdam bijvoorbeeld is de stadsregio Rotterdam opdrachtgever. Het openbaar vervoer in de regio wordt uitgevoerd door drie bedrijven, waaronder de RET. Voor deze uitvoering verstrekt de stadsregio jaarlijks ongeveer 154 miljoen euro.

In de concessie die de stadsregio Rotterdam verleent aan de bedrijven, worden onder meer eisen gesteld aan beschikbaarheid, bereik van het lijnennetwerk, frequentie, tarieven en kaartsoorten, materieel (bijv. toegankelijkheid er van), sociale veiligheid, milieu en reisinformatie. Verkeersveiligheid maakt geen onderdeel uit van het programma van eisen. Van de exploitant wordt niet verwacht dat hij zich inspant om 'externe' slachtoffers te

²⁷ Een concessie is in de Wet personenvervoer 'het recht om met uitsluiting van anderen openbaar vervoer te verrichten in een bepaald gebied gedurende een bepaald tijdvak'.

²⁸ Dit gebeurde voorheen door het rijk.

voorkomen, hooguit dat vertragingen zoveel mogelijk worden beperkt. Gelet op de mobiliteitsdoelstellingen van het Rijk is deze opstelling van de concessieverlener en het vervoerbedrijf voor de hand liggend.

Hoe de trambedrijven soms (moeten) omgaan met het aanschaffen van materieel, is te zien aan de Hannoverse trams die recent door de HTM zijn aangeschaft. Deze trams zijn met hun koppeling voorop bepaald niet botsvriendelijk en het valraam ontbreekt (zie figuur 16). Bezien vanuit mobiliteit is het echter van belang dat er steeds voldoende voertuigen beschikbaar zijn. De HTM stelt hierover op haar website:

'HTM heeft deze aankoop gedaan vanwege de lijnuitbreidingen en het gestaag toenemend aantal reizigers. HTM heeft in samenspraak met opdrachtgever Haaglanden bewust gekozen voor dit materieel vanwege de komst van RandstadRail-materieel over circa vijf jaar. Hierdoor is de aanschaf van nieuw materieel op korte termijn onnodig.'

Dit leidt – mede gezien het ontbreken van een valraam en de botsongevriendelijke koppeling – tot twijfel over de aandacht die wordt geschonken aan de materieleigenschappen (zoals het remvermogen) van de nieuw aangeschafte trams in Den Haag.



Figuur 16: De Hannoverse tram met koppeling. Bron: V. Vermaas (website Haagsetrams.com). Het betreft hier een aankoop door de HTM van 7 trams van het type TW 6000, afkomstig van het openbaar vervoerbedrijf Üstra in Hannover.

De Raad meent dat, tenzij er specifieke kaders worden gesteld, de toename van het 'marktdenken' een verslechtering van de aandacht voor veiligheid met zich meebrengt. Immers alle investeringen die niet direct leiden tot de toename van reizigersaantallen zijn een vorm van luxe franje.

Investeringskosten in infrastructuur

Investeringskosten voor het openbaar vervoer zijn vooral op de mobiliteitskwestie gericht en worden op projectbasis gefinancierd door het rijk. Voorbeelden van projecten zijn 'vrije' busbanen en verkeersregelinstallatie-regelingen. Dit gebeurt via het Infrastructuurfonds, 'EISS'-gelden²⁹ en een Gebundelde Doeluitkering. Projecten ten aanzien van infrastructuur worden getoetst aan de hand van het criterium 'vervoerwaarde'. Dit wil zeggen dat vooral de bijdrage aan de bevordering van de mobiliteit per openbaar vervoer wordt bekeken. De 'Tramplusprojecten' in de Regio Rotterdam zijn er bijvoorbeeld op gericht om, door het verhogen van de gemiddelde snelheid, een hogere kostendekkingsgraad en reizigersgroei in het regionale openbaar vervoer te bereiken. Hierdoor dient de concurrentiepositie van het

²⁹ EISS: Extra investeringsimpuls Stads- Streekvervoer; een tijdelijke regeling (1996-2000).

openbaar vervoer ten opzichte van de auto te verbeteren. Dit doel wordt gerealiseerd door het gebruik van ander materieel, bijvoorbeeld met een lagere instap of hogere perrons, minder haltes en fysieke afscherming van de baan. Hogere snelheden worden daarbij vooral acceptabel geacht indien er sprake is van een 'vrije' baan. Dat wil voor Trampus zeggen dat er bijvoorbeeld een hoogteverschil dient te zijn tussen de bovenkant van het spoor en de naastgelegen weggedeelten, een lage heg of paaltjes, een ballastbed (grind) of gras tussen de rails (om oversteken door voertuigen tegen te gaan).

Dergelijke snelheidsverhogende projecten blijken dus wel gepaard te gaan met aandacht voor de veiligheid van derden, echter in beperkte mate en dan vooral gericht op het autoverkeer. Ze worden vooral gerealiseerd bij tramlijnen die van en naar buitenwijken lopen (waar meer ruimte beschikbaar is voor afschermende maatregelen en perrons) en in mindere mate bij het binnenstedelijke tramnet. In ieder geval lijkt het bewaken van de gemiddelde snelheden van groot belang voor de bedrijven. Zo heeft het GVB te Amsterdam bezwaar gemaakt tegen het voornemen van de gemeente om een snelheidslimiet van 30 kilometer per uur voor de gehele binnenstad van Amsterdam in te stellen. Dit zou de exploitatie negatief beïnvloeden.

De bovengenoemde investeringsgelden worden –in tegenstelling tot de exploitatiegelden, die naar de 'openbaar vervoer autoriteiten' gaan– aan de gemeenten ter beschikking gesteld. In de concessie die de stadsregio Rotterdam aan het openbaar vervoerbedrijf verleent, staat dan ook dat een goed functionerende infrastructuur een voorwaarde is voor de exploitatie, maar dat het vervoerbedrijf hiervoor niet verantwoordelijk is.³⁰ De gemeente is verantwoordelijk voor de infrastructuur.

Voor de tram geldt dat de infrastructuur en het materieel relatief duur zijn (vergeleken met de bus). Hiervoor ontvangen de steden met een trambedrijf aanvullende financiering van het rijk. Deze financiering verloopt via de exploitatiegelden; dit betekent dat de 'openbaar vervoer autoriteit' een deel van haar budget aan de steden doorsluis. Aan deze financiering zijn in beperkte mate voorwaarden gekoppeld; deze hebben echter geen betrekking op veiligheid van medeweggebruikers.

5.2. Beleid: verkeersveiligheid

Doelstellingen en financiering van het openbaar vervoer zijn dus NIET gericht op de veiligheid van derden (de andere weggebruikers). Hoe is deze veiligheid dan wel gewaarborgd?

Voor verkeer en verkeersveiligheid in het algemeen geldt dat deze verantwoordelijkheid gedecentraliseerd is. De rijksoverheid geeft in beperkte mate sturing aan het decentrale beleid. Dit gebeurt onder meer door het stellen van algemene doelen ten aanzien van de reductie van de verkeersonveiligheid. In 2010 dient het aantal verkeersdoden met 40% en het aantal verkeersgewonden met 50% te zijn teruggebracht ten opzichte van 1986. Deze doelen dienen door rijk, gemeenten en provincies³¹ (als wegbeheerders) te worden gerealiseerd. Wegbeheerders kunnen zelf bepalen op welke wijze zij deze doelen realiseren. Wel is er een landelijk beleidsprogramma, waarbij de maatregelen van overheden door middel van richtlijnen en convenanten worden gestroomlijnd (het Duurzaam Veilig-beleid). De principes van Duurzaam Veilig betekenen onder meer dat wegen zo worden ingericht dat verschillen tussen verkeersdeelnemers in richting, snelheid en massa zoveel mogelijk worden gescheiden. Hiervoor zijn landelijke richtlijnen beschikbaar, die waarborgen dat er

³⁰ Bron: Stadsregio Rotterdam, Concessieverlening Openbaar Vervoer 2002 e.v.; nota van uitgangspunten / programma van eisen.

³¹ Provincies hebben overigens ook een rol in de geldstromen naar gemeenten ten aanzien van verkeersveiligheid.

voor de weggebruiker een zekere uniformiteit ontstaat.³² Daarmee worden de waarnemingen en verwachtingen van de weggebruiker in die zin beïnvloed, dat hij het gewenste, verkeersveilige, gedrag gaat vertonen.

Uitwerking van de filosofie van Duurzaam Veilig voor de tram zou betekenen, dat de tram vanwege zijn relatief grote massa (beter) gescheiden zou moeten worden van het overige verkeer, dan wel dat bij gemengd verkeer de snelheden in overeenstemming worden gebracht met het overig verkeer. Aangezien de tram veel slechter remt dan het overige verkeer, wordt hiermee bedoeld, dat de snelheden van de tram aangepast zouden moeten zijn aan dat beperkte remvermogen.

Over het scheiden van de beide verkeerssoorten bestaan verschillende opvattingen. In de vorige paragraaf stonden enkele scheidingsmaatregelen voor 'vrije' banen bij het Tramplus project in Rotterdam beschreven. Duidelijk mag zijn, dat de meeste van deze vormen van scheiding minder ver gaan dan het scheiden van tram en weg (met name wegverkeer) in bijvoorbeeld Utrecht.

Het beleid rondom verkeersveiligheid ontbeert echter aandacht voor de trams. De genoemde richtlijnen voor een veilig wegontwerp zwijgen over trams. Voor de gecombineerde infrastructuur (bijvoorbeeld ten aanzien van scheiden van verkeerssoorten) zijn geen regels, aanwijzingen of richtlijnen geformuleerd. Dit is dan ook duidelijk zichtbaar bij de in hoofdstuk drie behandelde infrastructuurkelpunten. De gemeenten zijn geheel vrij in het inbedden van de tram in de weginfrastructuur en kiezen daarvoor sterk variërende oplossingen. Dit staat haaks op de algemene ideeën van Duurzaam Veilig. Gesteld zou kunnen worden, dat de veiligheid dan vooral gewaarborgd wordt door bekendheid van de weggebruiker met de lokale situatie. Het ontbreken van een dergelijke bekendheid leidt tot een groter risico.

Voor Rotterdam had Duurzaam Veilig behoorlijke consequenties. Een belangrijke consequentie voor deze gemeente was bijvoorbeeld het regelen van de voorrang. Voorheen waren er nauwelijks voorrangswegen, waardoor rechts in het algemeen voorrang had. Met de introductie van 'voorrang (brom)fietser van rechts' was deze situatie onhoudbaar. Ook op grote, doorgaande wegen in Rotterdam (de zogenoemde verkeersaders) zou dan het gemotoriseerde verkeer voorrang moeten verlenen aan fietsers van rechts. Daarom zijn alle verkeersaders voorrangswegen geworden. Dit is overigens ook in andere gemeenten gebeurd. Op dit moment bestaat de verdere implementatie van Duurzaam veilig onder meer uit het aanbrengen van middenbermen, het verbeteren van oversteeksituaties en ook het aanpakken van verkeerslichtinstallaties.³³

Voor het onderwerp verkeersveiligheid geldt dat in Rotterdam in 2000 ongeveer 12.300 ongevallen door de politie werden geregistreerd. Bij deze ongevallen vielen 342 gewonden die in het ziekenhuis moesten worden opgenomen en zijn 24 personen overleden.³⁴ Voor tramongevallen betreft het respectievelijk gemiddeld 265 ongevallen per jaar, met 32 gewonden en 2 dodelijke slachtoffers.³⁵

Geconcludeerd kan worden dat het aantal tramongevallen vergeleken met het totale aantal verkeersongevallen en –slachtoffers *in absolute zin* gering is. Voor de gemeente vormt de verkeersonveiligheid waarbij de tram een partij is, een relatief klein aandeel in het totaal.

Naast de Duurzaam Veilig-aanpak werkt de gemeente Rotterdam, net als veel andere gemeenten, met een 'black spot benadering'. Met behulp van de statistieken worden ongevallenconcentraties, zogenoemde black spots bepaald. Gemiddeld worden er jaarlijks

³² Bedoeld worden de zogenoemde CROW-richtlijnen. Hierin worden aanwijzingen gegeven voor het ontwerpen cq. inrichten en onderhouden van wegen.

³³ Bron: Programmabegroting 2003 Gemeente Rotterdam, pag. 99. De gemeente betaalt de kosten van het beheer en onderhoud van de (tram)weginfrastructuur uit de gemeentelijke begroting.

³⁴ Bron: Verkeersveiligheidsrapportage Gemeente Rotterdam 2000, pag. 8-13.

³⁵ Bron: DHV (2000), Veiligheid van de stadstram, pag. 30-31.

tien van deze black spots aangepakt. Het voorstel voor de aan te pakken black spots wordt door de dienst dS+V van de gemeente ter goedkeuring aan de raad voorgelegd.

Er wordt geen speciale aandacht aan de trams besteed bij het toepassen van de black spot aanpak. Het Hofplein als geheel komt voor op de gemeentelijke lijst van (100) black spots. Aanpak van deze black spot werd (in 2000) voorzien voor de periode 2002-2004.

Geconcludeerd kan worden dat verkeersveiligheid een zekere beleidsaandacht geniet, maar dat de tram hierbij nagenoeg onzichtbaar is.

5.3. Regelgeving: de tram in het wegverkeer

5.3.1. Regelingen

In deze paragraaf ligt het accent op lokale trams en niet op interlokale trams, aangezien de beide soorten onder een verschillend wettelijk 'regime' vallen en er met name voor de lokale tram weinig tot niets geregeld is.

Specifieke regelgeving ten aanzien van trams ontbreekt nagenoeg. In de inleiding van de Kadernota Railveiligheid wordt geconstateerd '... dat er op het gebied van de veiligheid van het regionale en stedelijke railverkeer weinig tot niets is geregeld. De ontwikkeling van regionale light-railsystemen vraagt om veiligheidskaders.....' Verder wordt er in de Kadernota echter niet gezocht naar oplossingen voor het geconstateerde gebrek aan veiligheidsregelingen op stedelijk gebied.

In feite legt de rijksoverheid de verantwoordelijkheid voor (lokale) trams geheel bij de openbaar vervoerautoriteiten en de gemeenten. De bestaande regelgeving ten aanzien van trams is immers uitsluitend van toepassing op de interlokale tramlijnen en niet op de lokale trams. Het betreft de Locaalspoor- en Tramwegwet uit 1900 en het bijbehorende Tramwegreglement (zie ook bijlage 5). Hoewel voor interlokale trams geldt dat daar in vergelijking met de lokale tram vaker sprake is van een gescheidenere vorm van 'vrije' baan (minder kruisingen en meer beveiliging op kruisingen met het wegverkeer, dus meer veiligheid), is er voor de lokale tram niets geregeld.

Uit de regelgeving voor het wegverkeer blijkt een uitzonderingspositie voor de tram. In het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens (RVV) zijn onder andere de maximumsnelheden voor het wegverkeer vastgelegd.

Maximumsnelheid		
Voertuigtype	BuBeKo [km/u]	BiBeKo [km/u]
Tram	Geen	Geen
Auto's en motoren	80 –120	50
Vrachtauto's en autobussen	80	50
Bromfiets	40	30
Fiets	Geen	Geen

Figuur 17: maximum snelheden voor voertuigen buiten (BuBeKo) en binnen (BiBeKo) de bebouwde kom (RVV 1990).

Uit figuur 17 blijkt dat voor alle wegvoertuigen maximumsnelheden bestaan, behalve voor de tram en de fiets. De tram is het enige gemotoriseerde voertuig waarvoor geen maximum snelheid geldt (N.B.: de tram is voor het RVV geen motorvoertuig).

Hoewel er voor de tram dus weinig geregeld is, zijn er in de (juridische) praktijk ook enige complicaties. Ondanks het feit dat er geen maximumsnelheden gelden voor de tram wordt de tram wel gedefinieerd als een gewone weggebruiker (artikel 1 van het RVV). De tram neemt echter een speciale positie in in het RVV voor wat betreft de voorrangregels. De tram heeft

immers in veel gevallen voorrang op de overige weggebruikers (artikel 15 RVV: 'Bestuurders verlenen voorrang aan bestuurders van een tram'), ook bij het afslaan; de regel dat recht doorgaand verkeer voor gaat, geldt voor trams niet (artikel 18 RVV).

In het RVV zijn enkele zaken geregeld voor alle weggebruikers, dus ook voor de tram(bestuurder) die, gelet op het voorrangregime, de positie van de tram in het wegverkeer zeer compliceren. Voor elke weggebruiker geldt (a) dat het verboden is zich zo te gedragen dat een gevaar of een ongeval op de weg wordt (kan worden) veroorzaakt en (b) dat een bestuurder in staat dient te zijn het voertuig tot stilstand te brengen binnen de afstand waarover hij de weg kan overzien en waarover deze vrij is.

Bovenstaande artikelen uit het RVV betekenen dat de snelheid waarmee men rijdt in overeenstemming moet zijn met zowel het remvermogen als de actuele verkeerssituatie. De algemene verplichting om ongevallen te voorkomen door het compenseren van onverwacht handelen van (onoplettende) andere verkeersdeelnemers is impliciet verwoord in dit artikel. Met een voor de situatie onaangepaste (te hoge) snelheid rijden maakt de mogelijkheid dat men een ongeval kan voorkomen beduidend kleiner. De maximaal te behalen remvertraging speelt hierbij een cruciale rol en hangt dus direct samen met de veilig toelaatbare maximumsnelheid van een wegvoertuig, dus ook voor de tram. Hieruit kan men de noodzaak afleiden om hetzij aan de snelheid, hetzij aan de remvertraging van trams nadere eisen te stellen. Er is een fysische beperking aan de maximaal haalbare remvertraging. Echter de onvermijdbaarheid van ongevallen door die beperkte remvertraging kan dus zeker niet worden opgevat als een natuurwet.

5.3.2. Schade-afwikkeling

De schade die het trambedrijf lijdt bij een ongeval dient over het algemeen vergoed te worden door de andere verkeersdeelnemer. Net als bij de spoorwegen is de weggebruiker bijna altijd aansprakelijk vanwege de bestaande voorrangregels. De trambedrijven hebben hiervoor schadeafdelingen.

De schade van de ongemotoriseerde cq. zwakke verkeersdeelnemer kan op grond van jurisprudentie van de Hoge Raad veelal worden verhaald op het trambedrijf³⁶. De Hoge Raad heeft zich hierbij gebaseerd op artikel 185 van de Wegenverkeerswet, dat zich op de aansprakelijkheid richt en niet op de schuldvraag. Zwakke verkeersdeelnemers worden in dat artikel voor wat betreft de schade extra beschermd tegen 'de verhoogde gevaren die het gebruik van motorvoertuigen in het verkeer met zich meebrengt'. In een uitspraak uit 1992 over een tramongeval heeft de Hoge Raad bepaald, dat bij schadeverhaal³⁷ door zwakke verkeersdeelnemers van trambestuurders dezelfde zorgvuldigheid mag worden verlangd als van motorvoertuigbestuurders³⁸. Een trambestuurder komt in dergelijke gevallen alleen een beroep op overmacht toe, als hem geen enkel verwijt treft voor zijn rijgedrag. Dat laatste is alleen het geval als het verkeersgedrag van de betreffende fietser/voetganger voor hem zo onwaarschijnlijk was dat hij bij het bepalen van zijn eigen rijgedrag daar geen rekening mee behoefde te houden.

In de rechtspraak rondom schadeafwikkeling wordt de tram dus beschouwd als gewone (gemotoriseerde) weggebruiker. Hoe vaak het verhalen van schade door derden op het trambedrijf voorkomt is onbekend.

³⁶ Uitspraak dd.14 juli 2000. Deze uitspraak geldt niet voor de gemotoriseerde verkeersdeelnemer.

³⁷ Een dergelijk schadeverhaal vindt plaats op grond van artikel 6:162 uit het Burgerlijk Wetboek, aangezien de Wegenverkeerswet niet van toepassing is.

³⁸ Ondanks het feit dat trams in de Wegenverkeerswet niet als motorrijtuig zijn aangemerkt.

5.4. Toekomst: Light Rail

De overheid zal ten behoeve van de mobiliteit per openbaar vervoer de komende jaren flink investeren in zogenoemde Light Rail (mengvorm van tram en trein) projecten. Kenmerkend voor light rail is dat waar deze voertuigen worden ingezet op treininfrastructuur er sprake is van een afgeschermd baan en het rijden op seinen. Op de traminfrastructuur is sprake van menging en wordt op zicht gereden. Hierdoor ontstaat een 'mentaal conflict' voor de bestuurder van dit type voertuig. Dit kan, vooral in de aanvangsperiode, leiden tot meer ongevallen.

Light Rail wordt in dit rapport kort behandeld omdat de problemen die zijn gesignaleerd ten aanzien van lokale en interlokale trams onverkort gelden voor de Light Rail voertuigen die in het stedelijk gebied van de traminfrastructuur gebruik maken. Het verkeersveiligheidsprobleem dat de tram met zich meebrengt, zal dus met de toename van het aantal stedelijke tramkilometers door Light Rail projecten waarschijnlijk in omvang toenemen. Omgekeerd zou ook gesteld kunnen worden dat wanneer de verkeersveiligheid rond de tram goed geregeld is, dit automatisch ten goede komt aan Light Rail.

Voor Light Rail projecten heeft de minister van Verkeer en Waterstaat een veiligheidsnormering ontwikkeld. Uitgangspunt hierbij is de Kadernota Railveiligheid. Daarin wordt onderscheid gemaakt tussen de veiligheid van reizigers, personeel en omgeving enerzijds en anderzijds de veiligheid van de (over)weggebruikers. Ten aanzien van die laatste is verwoord dat het aantal doden per jaar op overwegen in 2010 moet worden gehalveerd ten opzichte van 1999. Men stelt, dat het niet reëel is deze veiligheidseis aan (light rail) projecten op te leggen.

“Gezien de doelstelling van de Kadernota geldt bij projecten de eis van stand still: het veiligheidsrisico mag niet toenemen. ... Als het Light Rail project er niet in slaagt een dreigende toename van het risico intern te compenseren, dan kan het een financiële bijdrage leveren aan de overheid waarmee deze vervolgens elders in Nederland het risico verlaagt.”

Met andere woorden, een Light Rail project zou dan een soort boete moeten betalen aan de overheid met het oog op de reductie van spoorgebonden risico's elders in Nederland. Er kan dan bijvoorbeeld een fietspad ter opheffing van een overweg worden aangelegd zodat ter compensatie van de onveiligheid van de Light Rail elders meer veiligheid ontstaat. Het is voor de Raad echter de vraag, of deze beleidsintentie leidt tot zodanige maatregelen dat het totale veiligheidsniveau in Nederland niet verslechtert.

Verder vermeldt de normering dat daar waar op zicht gereden wordt, voor overwegen en wegkruisingen het ALARA-principe³⁹ geldt, maar dat daarbij per saldo de onveiligheid wél mag toenemen.

Hoewel hiervoor niet eerder een poging is gedaan tot het formuleren van railveiligheidsnormen, zijn deze normen niet bijzonder ambitieus te noemen. Aangezien Light Rail zich in de stedelijke omgeving gedraagt als ware het een gewone tram (gelijkvloerse kruisingen, op zicht rijden), zijn de in dit rapport gesignaleerde risico's onverminderd van toepassing op Light Rail. De normering is daarbij niet restrictief maar staat in feite een toename van het risico toe zonder dat duidelijk is of compensatie daadwerkelijk plaatsvindt.

³⁹ ALARA: 'As low as reasonably achievable'.

6. CONCLUSIES

De tram is relatief gevaarlijk, niet voor inzittenden maar wel voor mede-weggebruikers. Het trammaterieel heeft een zeer beperkt remvermogen en is groot, zwaar en stijf. Gegeven deze eigenschappen en de snelheden waarmee wordt gereden kan de tram niet altijd anticiperen op ongevallen en is daarom niet in staat tot het beperken van de gevolgen daarvan. Ongevallen lopen dan ook meestal zeer slecht af voor de medeweggebruiker. Vergeleken met overige ongevallen in het wegverkeer is vaak sprake van ernstig of dodelijk letsel. De tram onttrekt zich daarmee aan het impliciete gelijkheidsbeginsel dat binnen het wegverkeer geldig is. Bij ongelijkwaardige wegvoertuigen bestaan impulsen tot het aanpassen van het 'agressieve' voertuig. Dit is bij trams niet het geval. Er zijn immers geen wettelijke eisen ten aanzien van het trammaterieel, zodat de vervoerbedrijven geheel zelf bepalen aan welke eigenschappen de trams moeten voldoen. Net als bij de eigenschappen van personenauto's die onveilig zijn voor de zwakke verkeersdeelnemer is het niet vanzelfsprekend dat de belangen van de niet-inzittenden worden gediend door het trambedrijf. Hiervoor is overheidsbemoeienis nodig gebleken. Deze bemoeienis is voor wat betreft de tram echter zeer beperkt.

Het rijden met trams biedt grote voordelen voor de mobiliteit per openbaar vervoer onder meer vanwege de capaciteit en de fijnmazigheid (vooral in de binnenstad) van het systeem in de grote steden. Mobiliteit per openbaar vervoer als alternatief voor de auto is een belangrijke doelstelling voor de vervoerbedrijven en de overheid. De leefbaarheid van de steden wordt hiermee bevorderd. De rijksfinanciering van het openbaar vervoer is dan ook gericht op het stimuleren van het aantal reizigerskilometers. Daarvoor zijn hogere gemiddelde snelheden en meer comfort voor de reiziger van belang.

Het voordeel van de fijnmazigheid is tevens een nadeel vanwege de intensieve menging met het wegverkeer. In feite is er in het stedelijke gebied een voortdurende interactie tussen tram en overige verkeersdeelnemers; een 'continue overweg'. De inbedding van de tram in het wegverkeer is daarbij een zaak van enkele gemeenten die naar eigen goeddunken handelen zonder gemeenschappelijk geformuleerde doelstellingen, regels of richtlijnen en dus ook zonder uniformiteit. De infrastructuur blijkt verwarrend voor de weggebruiker en roept in tegenstelling tot de principes van Duurzaam Veilig niet de juiste verwachtingen en gedragingen op. Voor de verantwoordelijke tramgemeenten is het verkeersveiligheidsprobleem dat de tram veroorzaakt beperkt en bovendien zeer specialistisch van aard.

Op gebied van regelgeving en beleid wordt weinig aandacht besteed aan de tramveiligheid voor derden. Het beleidsmatige en juridische denken rondom het tramsysteem vertoont parallellen met dat van het treinsysteem, een gesloten systeem waarbij de interactie met derden zoveel mogelijk is uitgesloten. De unieke positie die de tram inneemt in het wegverkeer getuigt hiervan, zoals de uitzonderlijke voorrangrechten en de afwijkende beveiliging door middel van tramwaarschuwingslichten. Vanuit het mobiliteitsbelang is de geslotenheid van het systeem een pré; alleen dan kunnen reizigers snel worden vervoerd.

De Raad acht de impliciete aanname van de rijksoverheid dat het tramvervoer kan worden beschouwd als gesloten systeem echter onterecht. De tram ontbeert het spoorveiligheids-systeem evenals een redelijke mate van afscherming van de spoorbaan voor het overige verkeer. Ook uit het RVV en uit de schade-jurisprudentie blijkt dat wordt onderkend dat de tram geen gesloten systeem is; en dat de tram moet worden gezien als 'gewone' weggebruiker.

De uitzonderlijke positie en voorrangrechten van de tram staan geheel haaks op de algemene situatie in het wegverkeer. Op kruisingen zijn de kenmerken van wegen en de

verkeersregels doorslaggevend voor de onderlinge verhouding tussen weggebruikers en niet -zoals bij de tram- de (materieel)kenmerken van de verkeersdeelnemers. Zo kan het gebeuren dat een fietser van rechts voorrang heeft op de bestuurder van een vrachtauto, als beiden op een gelijkwaardige weg rijden. Niet de aard (massa, remvermogen) van het voertuig is bepalend voor het te verwachten gedrag van de verkeersdeelnemers, maar de algemene, voor alle partijen geldende regels. De tram is het enige voertuig waarbij een uitzondering wordt gemaakt op dit principe. Uiteraard geldt dit ook voor de voorrangsvoertuigen (hulpverleningsdiensten), maar deze zijn minder permanent aanwezig, brengen minder gevaar met zich mee en zijn bovendien veel beter herkenbaar én kunnen zelfs schuldig worden bevonden aan een verkeersongeval indien hun weggedrag te zeer afwijkt van het overige verkeer (volgens een nieuwe richtlijn mogen zij bijvoorbeeld slechts 20 kilometer per uur harder rijden dan de geldende limiet).

Zolang de tram wordt behandeld als speciaal fenomeen, waarop geen regelgeving van toepassing is, met een belangrijke rol als vervoersalternatief, kan de veiligheid van de medeweggebruikers alleen langs financiële wegen worden gewaarborgd. Als twee belangrijke beleidsinstrumenten gelden immers regelgeving en financiering. In de financiering van en in de concessieverlening aan vervoerbedrijven zijn deze veiligheidsbelangen van de medeweggebruikers echter nergens verankerd. Dit is voor de hand liggend. Indien de betrokkenen namelijk middelen hiervoor zouden willen inzetten, zou dat ten koste gaan van de overige activiteiten die opbrengsten genereren.

Het resultaat is een vervoermiddel dat een relatief groot risico voor mede-weggebruikers met zich mee brengt, zonder veel aandacht van de overheid.

Aangezien het bevorderen van mobiliteit per openbaar vervoer een maatschappelijk belangrijk gegeven is, dient het beleid met betrekking tot vervoer per tram waarborgen voor de veiligheid voor derden te bevatten. Dit is nu niet het geval.

7. AANBEVELINGEN

1. Externe veiligheid: veiligheidsmanagementsysteem

De openbaar vervoerbedrijven wordt aanbevolen pro-actief op te treden met betrekking tot de externe veiligheid van de tram: in samenhang met de risico's voor het personeel en de passagiers, dienen de risico's voor derden

- expliciet en openbaar gemaakt te worden
- verkleind te worden tot een niveau dat zo laag is als redelijkerwijs mogelijk
- bewaakt te worden door middel van een veiligheidsmanagement systeem

2. Materieel regelgeving

De minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen

- in samenwerking met de vervoerbedrijven wettelijke eisen te stellen aan het materieel met als doel de verkeersveiligheid voor derden te verbeteren; de toelating van tramvoertuigen tot de weg wettelijk te regelen en toezicht hierop in te stellen. In dit verband verdienen het remvermogen en de 'botsvriendelijkheid' van trams speciale aandacht.

3. Rijksfinanciering: koppeling veiligheidseisen aan mobiliteit

De minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen

- naast mobiliteit ook verkeersveiligheid te borgen door te bevorderen dat de financiering van (de mobiliteit van) het openbaar vervoer gepaard gaat met eisen aan verkeersveiligheid van derden.

4. Infrastructuur: bepaling mengen of niet-mengen regime

De minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen

- door middel van regelgeving er voor te zorgen dat in menggebieden van tram en wegverkeer de tram **als gelijkwaardige weggebruiker** wordt gedefinieerd.
- derhalve ook eisen te stellen aan het niveau van afscherming / beveiliging van de niet-menggebieden: de afschermde (vrije) trambanen.

Dit met als doel voor alle weggebruikers menggebieden en niet meng-gebieden en het bijbehorende gewenste gedrag helder te onderscheiden.

5. Infrastructuur richtlijnen voor uniformiteit

De gemeenten met (voorgenomen) traminfrastructuur wordt als wegbeheerder aanbevolen

- er voor te zorgen dat richtlijnen worden geformuleerd ten aanzien van de inrichting van infrastructuur waar zowel de tram als de weggebruiker gebruik van maken..
- te zorgen dat daarbij landelijke uniformiteit ontstaat. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door ook voor dit type infrastructuur een zogenaamde CROW-richtlijn te (doen) ontwikkelen. Daarbij pleit de Raad voor een helder / herkenbaar onderscheid tussen goed afgeschermde, vrij liggende trambanen enerzijds, en menggebieden van tram en wegverkeer anderzijds, waarbij de tram zich aanpast aan het overige verkeer.

6. Infrastructuur: toewijzing taak (tram)verkeersveiligheid derden

Gemeenten met (voorgenomen) traminfrastructuur wordt als wegbeheerder aanbevolen

- er voor te zorgen dat aanpassingen aan de inrichting van de gemengde tram/weginfrastructuur inclusief de beveiliging door middel van verkeersregelininstallaties ook gebeuren vanuit de invalshoek van de veiligheid van de overige weggebruikers en
- deze taak toe te wijzen aan één instantie binnen de gemeente.

7. Infrastructuur: veiligheidsanalyse nieuwe infrastructuur

De gemeenten met traminfrastructuur wordt aanbevolen

- voor iedere nieuw aan te leggen of te wijzigen kruising van verkeersstromen waar de tram deel van uit maakt een veiligheidsanalyse uit te voeren.

BIJLAGEN

1. Onderzoeksverantwoording
2. Remmen met trams
3. Botsingsmechanica
4. Risico's stadstram
5. Regelgeving tram
6. Samenstelling Stuurgroep Tramongevallen

BIJLAGE 1 Onderzoeksverantwoording

Het onderzoek werd verricht door medewerkers van de Raad voor de Transportveiligheid onder supervisie van de Kamers Wegverkeer en Railverkeer. De beide Kamers hebben uit hun midden enkele leden aangewezen, die deel uitmaakten van een stuurgroep. De samenstelling van deze stuurgroep is vermeld in bijlage 6.

Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van ongevalsgegevens verstrekt door de politie, regio's Amsterdam-Amstelland, Haaglanden, Rotterdam-Rijnmond en Utrecht.

Ondersteunend onderzoek werd verricht door TNO WT, TNO TM en Arcadis Heidemij Advies.

1. TNO Wegtransportmiddelen.

TNO WT heeft 12 tramongevallen die in de vier grote steden plaatsvonden in de periode juni tot en met december 2001 diepgaand geanalyseerd. Selectiecriteria voor deze ongevallen waren de ernst van het letsel (dodelijk of zeer ernstig gewond) en de mate waarin in de eerste uren de verwachting bestond dat het een ongeval betrof waaruit lering kon worden getrokken. De ongevallen werden aan TNO gemeld door de verkeersongevallendiensten van de politie in de vier grote steden en TNO is bij deze ongevallen in de eerste uren op de locatie geweest. De keuze van de ongevallen en de verdeling over de steden hebben geen statistische waarde.

Bij de analyse is de gebruikelijke systematiek van de Kamer Rail gevolgd, waarbij een aantal deelaspecten is onderzocht. Het betreft de feitenverzameling op de locatie, de handelingen die betrokkenen hebben verricht, de gevolgen van het ongeval in termen van letsel en schade en de risico's die zijn gelopen.

Hieronder volgt een overzicht van de onderzochte ongevallen (in 2001).

Nr	Tram	Locatie	Dag	Globale toedracht
001	HTM	Savornin Lohmanplein, Den Haag	14-6	Vrouw zit vast met arm tussen deur, tram vertrekt, slachtoffer valt vervolgens onder wielen de tram. Slachtoffer zeer zwaar gewond.
002	HTM	Torenstraat thv café Greve, Den Haag	26-6	Vrouw met kind voorop fiets moet uitwijken voor openslaand portier auto. Zij komt ten val op trambaan en wordt geschept door valraam tram. Verwondingen vallen mee (geen opname).
003	RET	Lijn 1 Halte sporthal Margriet, Schiedam	27-6	Auto rijdt rechtsaf over trambaan benzinstation in en ziet recht doorgaande tegemoetkomende tram over het hoofd. Slachtoffer zwaar gewond .
004	RET	Randweg vlakbij Breeplein, Rotterdam	5-7	Tram (overvol) rijdt achterop tram, die bij halte stilstaat. 37 mensen licht gewond. Bestuurder verklaart dat tram niet remde; er waren eerdere klachten van slecht remmen met betrokken tram.
005	RET	Hofplein (bij Weena), Rotterdam	9-7	Man wordt bij oversteken geraakt door tram. Zicht wordt belemmerd door manshoge schakelkast. Andere bestuurders hebben al eerder geklaagd.
006	RET	Broersvest, Schiedam	9-7	Tram slaat rechtsaf, heeft voorrang. Recht doorgaande automobilist had tram waarschijnlijk helemaal niet gezien. Trambestuurder auto ook niet (grote dode hoek). Automobilist zwaar gewond .
007	RET	Melanchtonweg kruising met de Frobenstr, Rdam	15-8	Auto slaat rechtsaf en kruist daarbij dubbele trambaan. Op dat moment komen er van beide richtingen trams aan en bestuurder ziet tram van links over het hoofd. Bestuurder auto zwaar gewond.
008	HTM	Melis Stokelaan kruising Loevestijnlaan, Den Haag	23-8	Fietser rijdt tegen de richting in op fietspad, waarschijnlijk met mobiele telefoon in hand en ziet een van rechts komende tram over het hoofd. De fietser wordt vol geraakt door tram.
009	HTM	Lozerlaan kruising Meppelweg, Den Haag	26-8	Busje rijdt over kruising waar werkzaamheden gaande zijn en ziet een schuin van rechts komende tram over het hoofd. Zeer onoverzichtelijke situatie. Alle 7 inzittenden gewond, 4 daarvan naar ziekenhuis.
010	GVB	Van Baerlestr./ Nicolaas Maesstr, Amsterdam	12-10	Fietser komt tussen file auto's door uit zijstraat en kruist vervolgens vrije trambaan waar net tram van links met vrij hoge snelheid komt aangereden. Fietser komt onder tram en overlijdt ter plaatse.
011	Conn	24 Oktoberpl./ oversteek Verenigde Naties, Utrecht	24-11	Voetganger kruist trambaan, schrikt van bel (ingezet door noodrem), wordt aangereden en overlijdt later in ziekenhuis.
012	GVB	Lelylaan, Amsterdam	10-12	Fietser kruist vlakbij station een vrije trambaan waar net van rechts een tram met hoge snelheid komt aangereden. Fietser wordt gegrepen en komt onder tram en overlijdt ter plaatse.

2. TNO Technische menskunde.

TNO TM heeft op de locaties van de bovengenoemde tramongevallen een analyse gemaakt van het wegbeeld.

3. Arcadis Heidemij Advies

Arcadis heeft het zogenaamde deelonderzoek 'Kaders, normen en regels' verricht. Dit betreft een achtergrondstudie naar de (bestuurlijke) factoren die een rol hebben gespeeld bij de ongevallen. Daarnaast is er bij twee ongevallen door Arcadis een technisch detailonderzoek uitgevoerd.

De rapportages van deze instanties horen als deelonderzoeken bij dit rapport en zijn opvraagbaar:

- 'Diepgaande analyse van 12 tramongevallen', TNO Wegtransportmiddelen, oktober 2002
- 'Kaders en regels tramveiligheid, bevindingen op basis van 12 ongevallen', Arcadis, november 2002

In hoofdstuk drie is bij de analyse een zekere selectie toegepast. Bij ongevallen in het wegverkeer worden in het algemeen drie oorzakelijke factoren onderscheiden: (1) de menselijke factor, (2) de voertuigeigenschappen en (3) de wegomgeving. Daarnaast kan men –zeker bij trams– de bestuurlijke en organisatorische omgeving onderscheiden. Ten aanzien van de menselijke factor geldt, dat die mede herleidbaar is tot de weg- en voertuigeigenschappen. De eigenschappen van het voertuig en de inrichting van de weg hebben immers invloed op het gedrag (Duurzaam Veilig).

Omwille van de noodzakelijke inperking is er voor gekozen in dit rapport aan de menselijke factor in beperkte mate aandacht te besteden. De interactie tussen infrastructuur en het gedrag van de weggebruiker komt wel aan de orde, de kennis van de weggebruiker is echter niet expliciet onderzocht evenmin als de gedragingen, kennis en vaardigheden van de trambestuurder. Deze aspecten vergen een separaat onderzoek.

In het kader van artikel 69 van de wet Raad voor de Transportveiligheid is commentaar gevraagd aan betrokkenen (in brede zin). Aangeschreven zijn:

- Trambedrijven: RET, GVB, HTM, Connexxion;
- ministerie van Verkeer en Waterstaat (DGP Directie Spoor, Directie Wegen en Verkeersveiligheid), RDW;
- tramregio's: Stadsgebied Haaglanden, Stadsregio Rotterdam, Regionaal Orgaan Amsterdam, Bestuursregio Utrecht;
- tramgemeenten (B&W en dienst Infrastructuur): Den Haag, Amsterdam, Utrecht en Rotterdam;
- slachtoffers en nabestaanden;
- politie: regio Haaglanden, Rotterdam-Rijnmond, Amsterdam-Amstelland, Utrecht;
- TNO, Arcadis;

BIJLAGE 2 Remmen met trams

De meeste trams die in Nederland rijden zijn uitgevoerd met een drietal onafhankelijke remsystemen, namelijk:

- elektrische rem;
- schijf- of trommelrem (één per wielstel, de exacte configuratie kan verschillen per type).
- railrem (twee (L+R) per draai- of truckstel);

Tevens is er een zandstrooisysteem gemonteerd voor de voorste wielen van ieder aangedreven draaistel dat handmatig door de bestuurder kan worden gebruikt om de stroefheid van de rails te vergroten en automatisch in werking treedt bij het uitvoeren van een noodremming. Vooral in situaties waar de rails nat zijn of dat er bladeren op de rails liggen heeft het zandstrooisysteem een belangrijke functie.

De elektrische rem is de bedrijfsrem; dat wil zeggen dat bij een normale remming de gehele bewegingsenergie door de tractie-installatie wordt opgenomen. Bij het remmen worden de elektrische aandrijfmotoren geschakeld als generatoren. De hierbij vrijkomende elektrische energie wordt aan de bovenleiding teruggeleverd of in weerstanden vernietigd. De elektrische rem werkt bijna tot aan stilstand. Alleen de aangedreven assen hebben een elektrisch remsysteem. Niet aangedreven assen worden door middel van een schijf- of trommelrem beremd. Bij aangedreven assen zorgt de schijf- of trommelrem voor de beremming tot stilstand. De maximale remcapaciteit van aangedreven assen is vooral onder minder ideale omstandigheden beter. Vooral bij lange en zware trams (of Light Rail systemen) heeft het toepassen van niet-aangedreven assen een negatieve invloed op de maximaal te behalen remvertraging.⁴⁰

De railrem wordt ingeschakeld in geval van nood- of dodemanremming. In elk draaistel zitten twee railremmen, tussen de twee wielen in rechts en links. De railrem is een metalen blok met ingebouwde elektromagneet dat net boven de rails hangt en dat bekrachtigd kan worden via de hoogspanning van de tram of onafhankelijk gevoed door 24 V batterijen. Op het moment dat de railremmen worden bekrachtigd kleven ze als het ware (via elektromagnetische krachten) vast aan de rails waardoor ze zorgen voor een extra remkracht. Omdat de railremmen over de rails 'schuren' laten ze sporen achter op de rails.

Trams hebben een soort ABS systeem dat ervoor zorgt dat de wielen bij remmingen niet gaan slippen over de rails. De bedoeling van het strooien van zand op de rails is om een zo hoog mogelijke remvertraging te halen door het voorkomen van slippende wielen. In sommige situaties (bijvoorbeeld bladeren op de rails) kan het met een volle tram zelfs nodig zijn om bij normale remmingen al een beetje zand te gebruiken om de wrijving tussen de wielen en de rails te verhogen. Bij noodremmingen werken alle remmen gezamenlijk en hebben allen een aandeel in de remvertraging. Het aandeel van de elektrische rem is bij hoge snelheden het grootst en het aandeel van de railrem is bij lage snelheden het grootst.

Remvertragingen bij ongevallen

Het remmend vermogen bij een noodremming van een tram kan worden uitgedrukt in de fysische grootheid 'gemiddelde remvertraging'. Met behulp van een bekende gemiddelde remvertraging en snelheid kan worden berekend hoeveel afstand een tram remmend⁴¹ aflegt voordat de tram tot stilstand komt. Bij een tram is de gemiddelde noodremvertraging echter afhankelijk van de beginsnelheid. Dit levert een probleem op bij het vastleggen van de gemiddelde remvertraging op basis van remproeven, omdat de snelheid van de tram voor het ongeval in de meeste gevallen niet bekend is. Feitelijk zou de remproef moeten worden gehouden bij precies dezelfde snelheid als die ten tijde van het ongeval. In de waarden voor de gemiddelde remvertraging die door de politie proefondervindelijk zijn vastgelegd zit dus een zekere intrinsieke afwijking waarvan niet bekend is hoe groot deze exact is (een indicatie wordt hieronder gegeven). Als de tram een zogenaamd Black-box systeem heeft is de gemiddelde remvertraging wel gemakkelijk te berekenen, omdat in het Black-box systeem de snelheid van de tram en de afgelegde afstand tijdens de remming automatisch nauwkeurig worden opgeslagen.

⁴⁰ Bij de nieuwe Combino tram van het GVB worden bijvoorbeeld twee van de drie truckstellen aangedreven

⁴¹ De totale *stopafstand* van een tram vanaf het moment dat een trambestuurder besluit een noodremming in te zetten is groter dan de remafstand omdat in de stopafstand de reactietijd van de trambestuurder en de aanspreektijd van het remsysteem moet worden meegenomen.

In figuur 5 in paragraaf 3.1 van het rapport is van een aantal tramongevallen de gemeten gemiddelde remvertraging a weergegeven (remproef op de locatie van het ongeval). Van twee ongevallen in Amsterdam met de nieuwe GVB tram van Siemens, de Combino, kon een waarde worden berekend op basis van gegevens uit het Black-box systeem. Van het eerste Combino ongeval is ook bekend wat de remvertraging is op basis van een standaard remproef met bijbehorende meting met een remvertragingmeter. Het verschil tussen deze twee waarden is kleiner dan 15%, hetgeen een eerste indicatie is voor de fout die zit in het vastleggen van de remvertraging met de remproefmethode.

Behalve het feit dat er geen vastgestelde wijze is om de gemiddelde remvertraging te meten zijn er ook omgevingsinvloeden (natte rails, bladeren op de rails, belading van de tram) die ervoor kunnen zorgen dat de gemiddelde remvertraging onder bepaalde omstandigheden lager is. Dit geldt evenzeer voor maximale remvertragingen van auto's en vrachtauto's op bijvoorbeeld nat wegdek. Referentiewaarden worden echter gedefinieerd op schoon en droog asfalt.

BIJLAGE 3 Botsingsmechanica

Als twee voorwerpen (als b.v. voertuigen, personen, etc.) met elkaar in botsing komen, dan oefenen ze in het aanrakingsvlak gedurende korte tijd zeer grote krachten op elkaar uit. De totale resultante van de wederzijds uitgeoefende botsingskrachten wordt "stoot" genoemd en aangeduid met S . De stoten (S_1 en S_2) die de voorwerpen wederzijds op elkaar uitoefenen zijn even groot maar tegengesteld gericht. De grootte van de stoten (S_1 en S_2) is, in combinatie met hun aangrijpingsplaats en werkrichting, bepalend voor de gevolgen die de voorwerpen van de botsing ondervinden.

De grootte van de stoten (S_1 en S_2) die bij een botsing optreden, wordt bepaald door de volgende drie factoren:

- het relatieve snelheidsverschil tussen beide voorwerpen (v_r) bij het begin van de botsing;
- de schijnbare botsingsmassa's⁴² van de beide voorwerpen (m^*_1 en m^*_2);
- de elasticiteitsgraad van de botsing (k), die op zijn beurt afhankelijk is van het materiaal en de constructie van die delen van beide voorwerpen die tijdens de botsing vervormen.

De onderlinge relatie tussen de verschillende grootheden kan als volgt in een vergelijking worden uitgedrukt:

$$S_1 = -S_2 = (I + k) \cdot \frac{m^*_1 \cdot m^*_2}{m^*_1 + m^*_2} \cdot v_r$$

De gevolgen die een voorwerp van een botsing ondervindt, kunnen bestaan uit enerzijds een snelheidsverandering en anderzijds het ontstaan van deformaties. Met betrekking tot de grootte van de snelheidsveranderingen en deformaties die door een botsing optreden, kan in algemene zin het volgende worden opgemerkt:

- De grootte van de snelheidsverandering (Δv) is gelijk aan het quotiënt van resp. de op het object uitgeoefende botsingsstoot (S) en de massa (m) van het betreffende voorwerp. Deze relatie kan als volgt in vergelijkingen worden uitgedrukt:

$$\Delta v_1 = \frac{S_1}{m_1} = \frac{(I + k)}{m_1} \cdot \frac{m^*_1 \cdot m^*_2}{m^*_1 + m^*_2} \cdot v_r \quad \text{en} \quad \Delta v_2 = \frac{S_2}{m_2} = -\frac{(I + k)}{m_2} \cdot \frac{m^*_1 \cdot m^*_2}{m^*_1 + m^*_2} \cdot v_r$$

Bepalend voor de snelheidsverandering per voorwerp zijn dus:

- het relatieve snelheidsverschil (v_r) bij het begin van de botsing;
 - de schijnbare botsingsmassa's (m^*_1 en m^*_2) van beide voorwerpen;
 - de werkelijke effectieve botsingsmassa (m_1 of m_2) van het betreffende voorwerp;
 - de elasticiteitsgraad (k) van de botsing.
- De totale hoeveelheid bewegingsenergie die bij een botsing in deformatie-arbeid wordt omgezet is afhankelijk van resp.:
 - het relatieve snelheidsverschil tussen de voorwerpen (v_r) bij het begin van de botsing;
 - de schijnbare botsingsmassa's van de beide voorwerpen (m^*_1 en m^*_2);
 - de elasticiteitsgraad van de botsing (k).

De onderlinge relatie tussen voornoemde grootheden kan als volgt in een vergelijking worden uitgedrukt:

⁴² Als het om een centrale botsing gaat (hetgeen betekent dat de werklijn van de stoten door het zwaartepunt van beide voorwerpen gaat), is de schijnbare botsingsmassa (m^*) van de voorwerpen gelijk aan de werkelijke massa (m). Voor excentrische botsingen geldt daarentegen, dat de schijnbare botsingsmassa (m^*) van de voorwerpen gelijk is aan een deel van de werkelijke massa (m); het percentage is per voorwerp afhankelijk van enerzijds de excentriciteit van de botsing en anderzijds het massastraagheidsmoment van het voorwerp. De onderlinge relatie tussen voornoemde grootheden kan als volgt in een vergelijking worden uitgedrukt:

$$m^* = \frac{i^2}{i^2 + r^2} \cdot m$$

waarin i de traagheidsstraal van het voorwerp is en r de afstand tussen resp. de werklijn van de stoot en het zwaartepunt van het voorwerp.

$$Wd_t = \frac{1}{2} \cdot (1 - k^2) \cdot \frac{m_1^* \cdot m_2^*}{m_1^* + m_2^*} \cdot v_r^2$$

De verdeling van de totale hoeveelheid deformatie-arbeid (Wd_t) over de beide voorwerpen is op zijn beurt afhankelijk van de deformatie-stijfheid (resp. Cd_1 en Cd_2) van de voorwerp-delen die tijdens de botsing vervormen. Met betrekking daartoe geldt dat de verdeling van de deformatie-arbeid over de voorwerpen (resp. Wd_1 en Wd_2) omgekeerd evenredig is met hun deformatie-stijfheden (resp. Cd_1 en Cd_2), hetgeen als volgt in vergelijkingen kan worden uitgedrukt:

$$Wd_1 = \frac{Cd_2}{Cd_1 + Cd_2} \cdot Wd_t \quad \text{en} \quad Wd_2 = \frac{Cd_1}{Cd_1 + Cd_2} \cdot Wd_t$$

BIJLAGE 4 Risicogegevens stadstrams

Bron: Studie stadstrams

Risico per reizigerskilometer

Vervoermodaliteit	Inzittende of derde	Kans op fataal letsel bij derden en inzittenden per miljard reizigerskms
<i>Auto</i>	Voetgangers (stedelijk)	3.6
	(Brom)fietsers (stedelijk)	2.7
	Bestuurder en passagiers	3.6
<i>Tram</i>	Voetgangers	5.1
	(Brom)fietsers	3.6
	Bestuurder en passagiers	0.4
<i>Trein</i>	Passanten overweg	2.6
	Bestuurder en passagiers	0.2

Trams zijn relatief gezien vaker betrokken bij fatale verkeersongevallen met voetgangers en fietsers dan motorvoertuigen. Ook vergeleken met de trein is de tram vaker betrokken bij fatale ongevallen met 'derden'. Voor inzittenden is de tram veel veiliger dan de auto, maar iets minder veilig dan de trein.

Risico per voertuigkilometer

	kans op fataal letsel onderd derden per milard voertuigkms
Tram in stedelijke omgeving	
Aantal gedode voetgangers	155,5
Aantal gedode fietsers	112
Motorvoertuigen in stedelijke omgeving	
Aantal gedode voetgangers	4,9
Aantal gedode fietsers	3,7

De ongevallenfrequentie per voertuigkilometer is voor de tram aanzienlijk hoger dan voor een gemiddeld motorvoertuig.

BIJLAGE 5 Regelgeving trams

Lokaalspoor- en tramwegwet Artikel 8

1. Op spoorwegen, waarop geen ander vervoer plaats heeft dan personenvervoer binnen ééne gemeente, zijn artikel 1 (*Aanwijzing stadsspoorwegen, lokaalspoorwegen en tramwegen door de minister*) en de in artikel 4 aangehaalde wet (*Spoorwegwet*) niet van toepassing. Artikel 5, vierde lid (*'De ondernemer is verplicht tot uitoefening van de dienst overeenkomstig de vastgestelde dienstregeling'*), blijft op deze spoorwegen van toepassing.

Tramwegreglement

Artikel 95a. Gewijzigde toepassing van sommige artikelen van dit reglement

1. Ten aanzien van de tramwegen in beheer bij de N.V. Nederlandse Spoorwegen wordt de toepassing van de artikelen 1, 3, 4-6, 8, eerste tot en met vierde lid, 9, 12, 14, derde lid, 15-27, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 38-40, 42, 43, 45-50, 52-55, 59, 61, 65, 66, en 71, aldus gewijzigd, dat voor zooveel bij of volgens een dezer bepalingen aan de Minister of één zijner ambtenaren eenige bemoeienis is opgedragen, in de plaats hiervan de directie der vennootschap daarmede is belast onder verplichting tot inachtneming van door den Minister te geven voorschriften, en dat de toezending van de opgaven, bedoeld in de artikelen 16, derde lid, 23, tweede lid, 32, tweede lid, 38, tweede lid, en 40, vierde lid, achterwege kan blijven.

2. Ten aanzien van de tramwegen in beheer bij de N.V. Gemengd Bedrijf Haagsche Tramweg Maatschappij wordt de toepassing van de artikelen 1, 3, 4, 6, 8, 16, 17, 18, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 39, 40, 42, 43, 45-50 en 52, 53, 55, 65, 71, 87, 88 en 90 aldus gewijzigd, dat voor zoveel bij of volgens een dezer bepalingen aan de Minister of een zijner ambtenaren enige bemoeienis is opgedragen, in de plaats hiervan de Directie der Vennootschap daarmede is belast, onder verplichting tot inachtneming van door de Minister te geven voorschriften, en dat de toezending van de opgaven, bedoeld in de artikelen 16, derde lid, 32, tweede lid, en 40, vierde lid, achterwege kan blijven.

BIJLAGE 6 Samenstelling stuurgroep

Voorzitter: ir. K. Nije
ir. F. Baud
ir. W. Saher
prof. dr. ir. H.G. Stassen
drs. C. Wildervanck

Secretarissen: mw. drs. T.M.H. van der Velden
ir. W. Walta

Onderzoekers: mw. drs. S.H. Akbar
ir. W. Kool