



Onafhankelijk onderzoek STS-problematiek

rapportnr. 203745 100381 - DG27
versie 1.0
17 mei 2010

Save
Postbus 321
7400 AH Deventer
(0570) 663 993

Opdrachtgever
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Mobiliteit
Postbus 20904
2500 EX Den Haag

datum vrijgave	beschrijving van deze versie 1.0	goedkeuring	vrijgave
17 mei 2010	Definitief	CC	

Voorwoord

Deze rapportage is opgesteld in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. De opdracht is eind oktober 2009 verstrekt.

De onderzoekers hebben voor de uitvoering van het onderzoek toegang gehad/gekregen tot de relevante documenten over de STS-problematiek, zowel bij het Ministerie als bij andere betrokkenen.

Velen hebben zich beschikbaar gesteld voor interviews, discussies en overleggronden. De Stuurgroep STS is twee keer als klankbord gehoord over tussenresultaten van het onderzoek. De Spoorbranche heeft uitgebreid commentaar geleverd op het eindconcept van de rapportage.

De gesprekken met partijen, hun input en reacties zijn zeer waardevol geweest. Het onderzoeksteam dankt een ieder die daarbij betrokken was.

Uitvoering:

Oranjewoud/Save

diverse medewerkers o.l.v.:

- ir. C.D.J. Cieraad (projectleider)
- ir. G.W. Hoftijzer
- ing. M.E.M. Berrevoets-Steenbakker
- S. Ramaker-Visser BSc
- R. Steenbergen BSc

in samenwerking met:

dr. J. Groeneweg, Cognitieve Psychologie
Faculteit Sociale Wetenschappen
Universiteit Leiden

Inhoud		Blz.
	Voorwoord	1
1	Inleiding	7
2	Samenvatting	11
3	Het STS-programma	17
3.1	Het overeengekomen STS-programma op hoofdlijnen	18
3.2	Nadere beschouwing van de doelstelling	20
3.3	Ontwikkeling van het ATBVv-project	23
3.4	Kort overzicht van het volledige STS-programma	25
3.5	Conclusies	28
4	Beeldvorming van ATBVv	31
4.1	ATBEG	31
4.2	De aard van ATBVv	32
4.3	De werking van ATBVv	32
4.4	Effectiviteit van ATBVv	34
4.5	Conclusies (ATBVv)	35
5	Het aantal seinen in het ATBVv-project	37
5.1	Selecteren van seinen voor ATBVv (Selectiemethodiek)	37
5.2	Het belang van ATBVv voor het Basisnet	41
5.3	De risicoscore van STS-passages	42
5.4	Haalbaarheid van de doelstelling met ATBVv-seinen	45
5.5	Selectiecriteria voor extra ATBVv-seinen	50
5.6	Conclusies	51
6	Veiligheid van het spoorvervoer in Nederland	55
6.1	Totaalplaatje van de spoorveiligheid in termen van slachtoffers	55
6.2	STS-passage als precursor van grote treinongevallen	58
6.3	Risicobeeld van het spoorvervoer	59
6.4	Conclusies	61
7	Internationale Benchmark	63
7.1	Inleiding	63
7.2	De gevolgde aanpak	63
7.3	De resultaten	64
7.4	Conclusies	66
8	Alertheid van machinisten	69
8.1	Inleiding	69
8.2	De ladder van organisatorische invloeden	70
8.3	Een lijst met 36 denkbare maatregelen	72
8.4	Op effectiviteit beoordelen/ordenen van potentiële maatregelen	72
8.5	Een top-5 van kansrijke maatregelen	73
8.6	Het combineren van maatregelen	74
8.7	De ATB-kwiteerfunctie	74
8.8	Besluitvorming over opheffing van de kwiteerfunctie	75

8.9	De bijdrage van de kwiteerfunctie tegen STS-passages	77
8.10	Wat te doen met de buiten bedrijfgestelde kwiteerfunctie?	79
8.11	Conclusies	80
Contacten		83
Disclaimer		85

Bijlagen

Bijlage 1: Verklaring van termen en afkortingen

- B1.1 Spoorwegtermen
- B1.2 Beveiligingssystemen
- B1.3 ATB - overzicht
- B1.4 ATBVv
- B1.5 Alertheid
- B1.6 Afkortingen

Bijlage 2: Besluitvormingsproces over het STS-programma

- B2.1 Citaten
- B2.2 Tabellarisch overzicht

Bijlage 3: Basisinformatie over STS-passages

- B3.1 Definitie STS-passage
- B3.2 Oorzaken van STS-passages

Bijlage 4: Instellen van rijwegen (VPT-ARI)

Bijlage 5: Vergelijking met het buitenland

- B5.1 Algemeen overzicht uit beschikbare casuïstiek
- B5.2 Bevindingen Engeland (UK)
- B5.3 Bevindingen Duitsland
- B5.4 Bevindingen Frankrijk
- B5.5 Bevindingen Zwitserland
- B5.6 Questionnaire Italië
- B5.7 Questionnaire België
- B5.8 Totaaloverzicht van reacties

Bijlage 6: Selectie van seinen voor ATBVv

- B6.1 Hoe de groep van 1.164 seinen is ingevuld
- B6.2 Hoe liggen de rankingscores van de geselecteerde 1.164 seinen
- B6.3 Nadere beschouwing van de scores voor de selectie
- B6.4 Het aspect externe veiligheid

Bijlage 7: Integrale tekst Selectiemethodiek en Risicobeoordeling van seinen

Bijlage 8: Het risico van het spoorvervoer en STS-passages

Bijlage 9 Schatting van het aantal benodigde ATBVv-seinen

- B9.1 Inleiding
- B9.2 Basisstructuur van het model
- B9.3 De basisfrequentie van STS-passages zonder ATBVv
- B9.4 De effectiviteit van ATBVv
- B9.5 De invloed van ATBVv op het voorkomen van STS-passages
- B9.6 Aanloop naar het Risicomodel

- B9.7 Model voor de invloed van ATBVv tegen grote ongevallen
- B9.8 Het benodigde aantal ATBVv-seinen voor risicoreductie
- B9.9: Gevoeligheidsanalyse
- B9.10 Samenvattend

Bijlage 10: Factoren die het gedrag van machinisten beïnvloeden

- B10.1 Overzicht van het STS-controlemodel
- B10.2 Processen in de machinist
- B10.3 Processing
- B10.4 MTO (Mens, Techniek, Organisatie)
- B10.5 De controlemechanismen (De ladder van Rasmussen)

Bijlage 11: Flankerende maatregelen, vermindering STS-passages

- B11.1 Inleiding
- B11.2 Het beoordelen van maatregelen
- B11.3 Resultaten
- B11.4 Conclusies en discussie

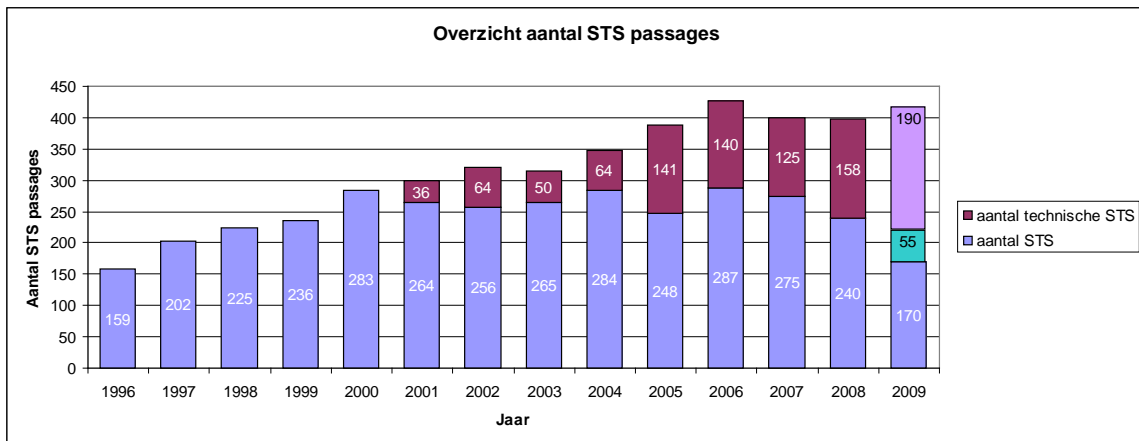
Bijlage 12: Beschouwde literatuur

1 Inleiding

Spoorwegveiligheid kan op verschillende manieren worden beschreven. In de Europese Veiligheidsrichtlijn van 2004 [EG10] worden indicatoren genoemd voor de mate van (on)veiligheid. Daartoe behoort een groep indicatoren die geldt als voorspellers van ongevallen.

Tot deze groep behoort de Passage van een stoptonend sein (kortweg STS-passage). STS-passages zijn potentieel ernstig omdat ze kunnen leiden tot treinbotsingen, ontsporingen of aanrijdingen [IVW15].

De ontwikkeling van het aantal STS-passages over de afgelopen 13 jaar in Nederland is weergegeven in onderstaande figuur¹. Tot 2001 is sprake van een toename, daarna is een zekere stabilisatie te zien, maar ook wordt duidelijk dat -door een betere registratie- de toename van het totaal aantal STS-passages voor een deel verklaard kan worden door "afgevallen seinen" (technische STS'en²).



Figuur 1.1 Ontwikkeling van het jaarlijkse aantal STS-passages
Sinds 2001 is men zowel technische STS-passages (niet risicovol) als overige STS-passages (echte/riskante) gaan registreren/rapporteren [Bron: IVW17, plus onze eigen schattingen van het totaalbeeld van 2009 55 betreft onze schatting van de passages voor het vierde kwartaal, 190 betreft het aantal opgegeven technische STS-passages]

Blijkens figuur 1.1 registreert de Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW) sinds 2001 de technische STS'en splitst ze af uit het totaalbeeld. Markant is dat het aantal technische STS'en sinds 2001 voortdurend stijgt, nu bijna even groot is als het aantal echte STS-passages en het totale aantal STS'en op een hoog niveau houdt.

De technische STS'en vormen geen onderdeel van de aan Save gestelde onderzoeksvragen. Maar gezien de geschetste ontwikkeling is er enige aandacht aan besteed.

1. De gegevens zijn ontleend aan de IVW, onder andere de publicatie STS-passages 2008, en aangevuld met een voorlopig beeld van de STS-passages in de eerste drie kwartalen van 2009 en voorlopig voorzien van onze schatting van de bijdrage van het vierde kwartaal 2009. Het aantal Technische STS'en in 2009 is door IVW verstrekt.
2. Technische STS-passages worden als niet-risicovol beschouwd, omdat ze optreden terwijl de trein een groen of geel seinbeeld heeft dat door technische verstoringen (de voorbij komende trein?), plotseling op rood valt. Dit is ongewenst, geeft met name de machinist veel schrik [ref kiezel], maar is geen indicatie voor een dreigende botsing of ontsporing.

Over de technische STS-passages stellen de onderzoekers vast:

- a. Desgevraagd heeft de IVW schriftelijk bevestigd [memo d.d. 28-1-2010] dat de definitie van technisch STS sinds 2001 niet is veranderd/aangepast. Ook de wijze van registreren is bij de IVW niet veranderd;
- b. De IVW geeft aan dat per STS scherp het onderscheid echt/technisch STS wordt gemaakt;
- c. De IVW bevestigt dat ze naar de oorzaken van de stijging in het aantal technische STS'en nog geen onderzoek heeft gedaan³.

Een van de meest ernstige consequenties van een niet-technische STS-passage⁴ is een botsing tussen twee treinen. Enkele van dergelijke botsingen kort achtereenvolgend, waaronder die van 21 mei 2004 op Amsterdam Centraal, gaven de aanzet tot een nadere beschouwing en aanpak van deze STS-problematiek. Op basis van overleg in de Tweede Kamer is door de minister in mei 2004 een bedrag van 40 miljoen euro toegezegd om de stijgende trend van de STS-passages te doorbreken. Dit bedrag stond daarbij (volgens de spoorbranche) ongeveer gelijk aan 1.000 seinen die zouden moeten worden aangepakt. Het genoemde bedrag is later (2006, 2008) opgehoogd met 10, resp. 5 miljoen euro.

De Spoorbranche heeft in oktober 2004 [Spoorbranche01] aan het Ministerie van V&W een plan van aanpak voorgesteld waarop door de Minister eind 2004 is gereageerd [VW1]. De spoorbranche is thans [Spoorbranche12] een samenwerkingsverband van ProRail, DBSchenker, NS-Reizigers en 3 vertegenwoordigers van het OVS⁵ te weten: van de overige goederenvervoerders, van de overige reizigersvervoerders en namens de aannemer-vervoerders.

Plan van Aanpak (doelstelling)

Het in 2004 ingediende Plan van Aanpak [VW1] is gericht op de volgende doelstelling:

- een reductie van het aantal STS-passages aan het begin van 2009 ten opzichte van 2003 (referentiejaar) met 50% en
- een reductie van het risico van STS-passages aan het begin van 2009 ten opzichte van 2003 met 75%.

Het Ministerie heeft de Spoorbranche vervolgens opdracht voor uitvoering van het plan verstrekt en de doelstelling ervan opgenomen in de Tweede kadernota railveiligheid van 2004 [TK05].

Ontwikkelingen/Aanleiding onderzoek

In de loop van het project hebben zich diverse ontwikkelingen voorgedaan, waaronder een doorzettende groei in het totale aantal STS-passages t/m 2006 die overigens vooral te wijten blijkt aan de reeds genoemde technische STS-passages, zie figuur 1.1. Maatgevend zijn de niet-technische STS-passages; deze vertonen sinds 2006 een lichte daling. Niettemin deden zich jaarlijks nog diverse STS-botsingen voor, waaronder die in Arnhem (2006) met circa 60 gewonden en bij Barendrecht op 24 september 2009 met dodelijk letsel.

In het Algemeen Overleg in de Tweede Kamer op 8 oktober 2009 over het ongeval bij Barendrecht, heeft de Minister aan de Kamer een onafhankelijk onderzoek naar de STS-problematiek toegezegd.

3. De Minister heeft ProRail om onderzoek gevraagd. Recente resultaten daarvan zijn ons niet bekend.
 4. Niet-technische STSpassages worden hierna vaak echte STS-passages genoemd. Hiertoe behoren ook de STS-passages bij een herroepen sein. Een STS-passage bij een herroepen sein is dus "echt". NB, bij een afgevalven sein gaat het om een technisch STS, een storing ("niet-echt").
 5. Overleg Veiligheid Spoorwegondernemingen.

Vraagstelling van het onafhankelijk onderzoek

Het onafhankelijke onderzoek is opgedragen aan Ingenieursbureau Oranjewoud/Save en is gebaseerd op de volgende uitvraag van het Ministerie V&W d.d. 12 oktober 2009:

Probleemstelling en achtergrond

Op 24 september 2009 vond bij Barendrecht een treinongeval plaats. Oorzaak was een STS¹-passage. Naar aanleiding van dit treinongeval heeft de minister van Verkeer en Waterstaat op 8 oktober 2009 aan de Tweede Kamer toegezegd een onafhankelijk onderzoek te laten uitvoeren naar de aanpak voor het terugdringen van STS-passages. Daarbij zullen de ervaringen uit andere Europese landen betrokken worden. Ook zullen de hieraan ten grondslag liggende onderzoeken worden meegenomen. Op basis van dit onafhankelijke onderzoek zal bezien worden hoeveel extra seinen (in aanvulling op de 1250 seinen die al voorzien worden van ATB-Vv) dienen te worden uitgerust met ATB-Vv. Tevens zal bezien worden welke aanvullende maatregelen (zoals bijvoorbeeld herintroductie van de kwiteerfunctie) wenselijk zijn ter verhoging van de alertheid/waakzaamheid van machinisten.

Vraagstelling

- Hoe verhoudt de Nederlandse STS-problematiek zich tot die in andere Europese landen? Voer ter beantwoording van deze vraag een internationale, Europese benchmark uit naar:
 - De beveiligingssystemen in de ons omringende landen (België, Duitsland, Frankrijk en Verenigd Koninkrijk) en in andere landen die een vergelijkbaar beveiligingssysteem hebben.
 - De omvang van de STS-problematiek (rijden door rood) in de verschillende landen, zowel in absolute omvang als in het aandeel dat deze onderdeel uitmaakt van de algehele spoorveiligheid.
 - De wijze waarop deze in de verschillende landen wordt aangepakt.
 - De positie die Nederland daarbij ten opzichte van de andere Europese landen inneemt (zowel t.a.v. effectiviteit risicoreductie en aantalreductie als t.a.v. wijze van aanpak).
 - De lessen die Nederland kan trekken uit de aanpak in andere Europese landen.
- In hoeverre is het wenselijk om, in aanvulling op de huidige criteria die gehanteerd worden in de selectiemethodiek voor de upgrade van ATB naar ATB-Vv, andere criteria toe te voegen en of een andere weging te geven aan de gehanteerde criteria? Hierbij moet onder andere onderzocht worden in hoeverre het vervoer van gevaarlijke stoffen en de daaraan gerelateerde risico's, bijvoorbeeld risico's op de nevensporen, op evenwichtige wijze worden beoordeeld.
- In hoeverre is het wenselijk om het pakket van circa 1250 seinen dat op dit moment voorzien wordt van ATB-Vv uit te breiden? Zo ja, op basis van welke criteria moeten deze extra seinen geselecteerd worden en hoeveel extra seinen betreft dit?
- Wat is de effectiviteit van mogelijke aanvullende maatregelen tegen de STS-problematiek, zoals de eerder afgeschafte kwiteerfunctie en/of andere maatregelen om de alertheid van machinisten te verhogen?

Reikwijdte

Het onderzoek is een inhoudelijke behandeling van de gestelde vragen, waarbij de financiële kant van het STS-programma niet wordt beschouwd.

Op basis van kennis bij de onderzoekers, bestudering van documentatie en interviews met betrokkenen is gezocht naar antwoorden op de gestelde vragen.

Bevindingen en conclusies zijn daarbij zo veel als mogelijk *fact-based*. Waar eigen inschattingen van de onderzoekers nodig/gebruikt zijn, wordt dat aangegeven.

De aanbevelingen/conclusies in het rapport zijn gebaseerd op de uitgevoerde analyse en bevatten van nature (ook) het eigen oordeel van de onderzoekers.

Het trekken van beleidsmatige conclusies is uiteraard aan de Minister.

Uitvoering van het onderzoek

Het onderzoek is onafhankelijk. Er is op objectieve basis gekeken naar het probleem en keuzes in het rapport worden verantwoord, zodat transparantie is gewaarborgd.

De onderzoekers hebben basisinformatie, die relevant is/was voor de uitvoering van het ATBVv-project beoordeeld op de relevantie voor het realiseren van doelstellingen en die informatie nader bekeken.

De onderzoekers hebben optimale medewerking gehad van de organisaties en betrokkenen die benaderd zijn. Min of meer direct betrokken zijn (vertegenwoordigers van) de spoorbranche en (vertegenwoordigers van) het Ministerie van V&W en de IVW die deelnemen in de Stuurgroep STS. Daarnaast zijn bronnen en contacten buiten de zojuist genoemde organisaties geraadpleegd, waaronder buitenlandse informanten. In het rapport worden overzichten gegeven van de informatiebronnen, contacten en de geraadpleegde documentatie.

Opzet van dit rapport / leeswijzer

Na deze inleiding volgt de Samenvatting (hoofdstuk 2), waarin bevindingen uit de afzonderlijke hoofdstukken zijn samengevoegd tot een totaalbeeld op hoofdlijnen.

In hoofdstuk 3 komt het STS-programma aan de orde. Hier wordt de inhoud van de verschillende programmaonderdelen geschetst, alsmede de stand van zaken.

Hoofdstuk 4 gaat in op de aard, de functie en de effectiviteit van ATBVv tegen STS-passages, zodat een goed beeld ontstaat van deze maatregel die een belangrijk deel van de doelstelling moet gaan waarmaken.

Hoofdstuk 5 gaat in op de operationele instrumenten die in het STS-programma en het ATBVv-project worden gehanteerd. Daarnaast stellen de onderzoekers hun verwachting op van het benodigde aantal ATBVv-seinen.

Hoofdstuk 6 schetst een algemeen beeld van de spoorveiligheid in Nederland en geeft een toelichting op het begrip risico in dat verband.

Hoofdstuk 7 geeft informatie uit het omringende buitenland, vergelijkt het aandeel van STS-passages aldaar met de situatie in Nederland en tracht daaruit inzichten te destilleren die relevant kunnen zijn voor de Nederlandse situatie.

Hoofdstuk 8 gaat in op andere onderdelen van het STS-programma dan het ATBVv-project. Het gaat hier vooral om de organisatorische en menselijke factor in het beveiligingssysteem en de betekenis daarvan voor (terugdringen van) het aantal STS-passages. Alertheid van de machinist is een van de onderwerpen in dat kader. Verder komt hier de onderzoeksvraag aan de orde over de rond 1995 afgeschafte ATB-kwiteerfunctie.

In de opbouw van de hoofdstukken is ernaar gestreefd eerst de feiten te presenteren en die daarna, waar nodig, van een oordeel van de onderzoekers te voorzien. Op die manier wordt de lezer inzicht verschafte in de wijze waarop conclusies en aanbevelingen tot stand zijn gekomen (al leidt dit tot enige duplicatie). De hoofdstukken worden afgesloten met conclusies en aanbevelingen; die vormen uiteindelijk de basis voor de samenvatting.

Het hoofdrapport eindigt met een lijst van geraadpleegde organisaties/instaties.

Bij dit rapport behoort een **Bijlagendeel** (hetzelfde referentienummer) dat als volgt is opgezet:

- Bijlage 1: Verklaring van gebruikte afkortingen en termen;
- een 10-tal Inhoudelijke bijlagen met details en achtergrondinformatie bij de tekst;
- Bijlage 12: Lijst van beschouwde literatuur.

Literatuurreferenties worden in de tekst aangegeven met [verwijzingsnummer].

2 Samenvatting

Dit rapport gaat over spoorwegveiligheid. In het Nederlandse spoorstelsel vormen de seinen het primaire veiligheidssysteem. De werking van het systeem is fail-safe in die zin dat met een hoge betrouwbaarheid seinen in een veilige stand (op rood) worden gezet en het voorafgaande sein op geel.

Naast seinen kent ons spoorstelsel als secundair beveiligingssysteem Automatische Treinbeïnvloeding, ATB. De eerste generatie van dit systeem verzorgt het automatisch stoppen van de trein door bewaking van de treinsnelheid.

ATB eerste generatie kent een lacune. In een gebied waar de maximum snelheid 40 km/u is, kan de machinist (bewust of onbewust) doorrijden en dus ook door een rood sein rijden. Dit wordt een STS-passage (StopTonend Sein-passage) genoemd.

Bij een STS-botsing in 1992 (Eindhoven) bleek dat de gesignaleerde lacune een realistisch gevaar inhoudt. De STS-botsing in Amsterdam (mei 2004) was de aanleiding tot het starten van een STS-programma om het probleem van "rijden door STS" gezamenlijk aan te pakken.

Het STS-programma bestaat uit twee onderdelen:

- maatregelen ter verbetering van de menselijke factor;
- technische maatregelen, waaronder invoering van ATBVv.

ATBVv zorgt ervoor, dat een trein bij een rood ATBVv-sein in de meeste gevallen tot stilstand wordt gebracht of anders zo snel mogelijk er na. Daartoe moeten de treinen zijn voorzien van een ATB-treininstallatie. In het ATBVv-project wordt verder ATBVv aangebracht bij een aantal seinen met een hoge STS-frequentie of een hoog risico.

Naar aanleiding van de STS-botsing bij Barendrecht in september 2009, heeft de Minister van V&W aan de Tweede Kamer een onafhankelijk onderzoek toegezegd. Dat onderzoek moet ingaan op de volgende kernvragen:

- A. *Hoe verhoudt de Nederlandse STS-problematiek zich tot die in andere Europese landen?*
- B. *In hoeverre is het wenselijk om, in aanvulling op de huidige criteria die gehanteerd worden in de selectiemethodiek voor de upgrade van ATB naar ATBVv andere criteria toe te voegen en/of een andere weging te geven aan de gehanteerde criteria?*
- C. *In hoeverre is het wenselijk om het pakket van ca. 1.250 seinen, dat op dit moment voorzien wordt van ATBVv uit te breiden? Zo ja, op basis van welke criteria moeten deze extra seinen worden geselecteerd en hoeveel extra seinen betreft dit?*
- D. *Wat is de effectiviteit van mogelijke aanvullende maatregelen tegen de STS-problematiek, zoals de eerder afgeschafte kwiteerfunctie en/of andere maatregelen om de alertheid van machinisten te verhogen?*

Dit rapport beschrijft de bevindingen van dat onafhankelijk onderzoek.

Voorafgaand aan de beantwoording van de gestelde vragen wordt de omvang/ernst van de STS-problematiek geschetst.

In Nederland zijn er jaarlijks ruim 8 miljoen confrontaties met een rood sein op het spoor. Daarbij komt het (over de jaren 2004 t/m 2009) gemiddeld 260 keer per jaar voor dat een trein "door rood rijdt", dus ongeveer 1 keer op de 30.000 confrontaties.

Het risico van een STS-passage bestaat eruit dat de trein niet tijdig meer stopt/kan stoppen en daardoor het gevaarpunt (een wissel, kruising, etc.) bereikt, waardoor er een kans bestaat op een botsing met een andere trein (die dus geen rood sein had) of komt

de STS-trein terecht bij een open overweg of brug. Die situatie komt op basis van de casuïstiek in ongeveer 40% van de opgetreden STS-passages voor, dus ca. 100 keer per jaar. De conclusie is dat er sprake is van een niet te verwaarlozen risico.

De doelstelling van het STS-programma

Na een verkennings- en ontwikkelfase zijn in het programma de volgende doelstellingen geformuleerd:

1. 50% reductie in het aantal STS-passages ten opzichte van 2003;
2. 75% risicoreductie van STS-passages ten opzichte van 2003;
3. Peildatum voor het bereiken van deze doelstellingen is 1 januari 2009;
4. Het ontwikkelen van ATBVv en het daarmee uitrusten van de treinen;
5. Het met ATBVv uitvoeren van een concreet benoemd aantal seinen. Initieel ging het om 1000 seinen (2004/2005). Het aantal is later opgehoogd, via 1164 naar 1264 (september 2009);
6. Het ontwikkelen en doorvoeren van een machinistenprogramma naast emplacementenanalyse en onderzoek naar instelling van deelrijwegen;
7. Halfjaarlijkse voortgangsrapportage door de spoorsector aan het ministerie van V&W;
8. Pakketafspraken over het door het Ministerie van V&W beschikbaar gestelde budget.

Uitkomsten van het onderzoek

A. De Nederlandse situatie ten opzichte van het buitenland

Er is een *benchmark* uitgevoerd om de Nederlandse situatie te vergelijken met ons omringende landen. Daartoe zijn organisaties/contactpersonen in Engeland, België, Duitsland, Frankrijk, Zwitserland en Italië benaderd. Men is benaderd met een questionnaire met algemene en specifieke vragen op het terrein van spoorwegveiligheid en STS-problematiek. Dat heeft geleid tot reacties uit Engeland, Duitsland, Frankrijk en Zwitserland. Vanwege verschillen in definities beperkt zich de vergelijking tot Engeland en Duitsland.

Dat leidt tot de volgende conclusies:

- Nederland heeft per trein- of reizigerskilometer meer STS-passages dan Engeland (Nederland 2,5 à 3 maal zoveel) en Duitsland (Nederland 2 à 2,5 maal zoveel);
- Wat betreft het aantal ongevallen of slachtoffers per treinkilometer bij STS-passages scoort Nederland beter dan Duitsland (Nederland 1,5 x beter) en slechter dan Engeland (Nederland 1,5 x Engeland);
- In Engeland is mede naar aanleiding van ongevallen het totale seinstelsel voorzien van de Engelse versie van ATBVv;
- Naast Engeland beschikt alleen Nederland over een concreet STS-beleid met doelstellingen;
- Er zijn verschillen in de ontwerpfilosofie van de beveiligingssystemen in Nederland, Engeland en Duitsland. Die manifesteren zich ook in de infrastructuur: verschillende afstanden tussen bakens en seinen, tussen seinen en gevaarpunten en in de snelheid bij nadering van seinen. Dit bemoeilijkt concrete, uitvoerbare aanbevelingen op dit punt. Wel valt op dat de afstand tussen sein en gevaarpunt in Engeland en Duitsland groter is dan in Nederland.

B. Criteria voor selectie van seinen

Om de 1264 ATBVv-seinen uit de circa 6000 bediende seinen te selecteren en met dat aantal de geformuleerde doelstellingen zo veel mogelijk te halen, hanteert de spoorbranche een selectiemethodiek. Die methodiek legt een sterke nadruk op locaties

met een verwacht hogere kans op STS-passages. De invloed van potentieel grote gevolgen (na een passage) is in de methodiek relatief klein, alhoewel de methodiek is opgezet vanuit de opvatting Risico = "Kans maal Effect".

In die benadering heeft het risico van ongevallen met (zeer) grote gevolgen en een zeer lage kans geen wezenlijke bijdrage. Bij de beoordeling van risico's van activiteiten met gevaarlijke stoffen is het gebruikelijk om een groter belang toe te kennen aan de mogelijk grote gevolgen wanneer gevaarlijke stoffen vrijkomen en de omgeving bedreigen. Omdat het aspect van grote gevolgen ook een rol speelt bij het STS-risico verdient het aanbeveling bij de toekomstige selectie van seinen:

- rekening te houden met een zwaardere weging van de potentieel grote gevolgen van STS-passages, ook wanneer alleen reizigerstreinen zijn betrokken;
- de aspecten/criteria die daarbij een rol spelen onderscheidend mee te nemen.

Daarbij speelt ook het vervoer van gevaarlijke stoffen een duidelijke rol.

Hiertoe worden in het rapport concrete voorstellen gedaan.

C. Het benodigde aantal ATBVv-seinen in relatie tot de doelstellingen

Zoals hiervoor reeds gemeld heeft de spoorbranche in 2004 kwantitatieve doelstellingen geformuleerd voor reductie van het aantal STS-passages en het risico, resp. met 50% en 75% ten opzichte van 2003 met als peildatum begin 2009.

De onderzoekers concluderen dat het STS-programma een uitdagend ambitieniveau heeft. Dit niveau en het daartoe benodigde aantal ATBVv-seinen is overigens niet gebaseerd op een analyse vooraf, maar op een vooraf gemaakte inschatting.

Per ultimo 2009 waren bijna 1164 van de 1264 seinen met ATBVv uitgerust.

Op dat moment was circa 75% van de treininstallaties gereed voor ATBVv.

Andere onderdelen van het programma zijn al eerder geïmplementeerd.

Ten opzichte van 2003 is per begin 2009 een reductie van het aantal STS-passages gerealiseerd van bijna 10%. De doelstelling van 50% is derhalve niet gehaald.

Dat vindt zijn oorzaak in onder andere:

- vertraging in de "uitrol" van ATBVv;
- een beperkte invloed op het totaalbeeld van de andere, reeds doorgevoerde maatregelen, onder andere het machinistenprogramma.

De onderzoekers hebben eigen schattingen berekend van het aantal ATBVv-seinen dat nodig is om de doelstellingen te halen. Daarbij is uitgegaan van de waargenomen invloed van de overige maatregelen en is aangenomen dat die de autonome stijging van STS-passages verder kunnen bijhouden.

Om een halvering van het aantal STS-passages te bereiken, zijn volgens een door de onderzoekers berekende verwachting circa 1900 ATBVv-seinen nodig, circa 640 meer dan de eerder vastgestelde 1264.

Het registreren en voorspellen van risicoreductie is beduidend lastiger dan het registreren van het aantal STS-passages op zich. De spoorbranche hanteert voor het risico van STS-passages een scoringsmethodiek waarmee voor 2003 en latere jaren een beeld ontstaat van de risico-ontwikkeling. Die methode kijkt terug, zegt niets over het risico bij seinen waar zich geen STS-passage heeft voorgedaan en bevat voor het effect van ATBVv vooralsnog een verwachting.

Omdat het door de spoorbranche gehanteerde model een beperkt voorspellend karakter heeft, hebben de onderzoekers een (voorspellend) model voor de risicoreductie ontwikkeld. Dat is gebruikt om het benodigde aantal ATBVv-seinen voor de risicodoelstelling te bepalen. Dit model houdt meer rekening met grote gevolgen dan de methodiek van de spoorbranche.

Volgens het model zijn 2290 ATBVv-seinen nodig voor de beoogde risicoreductie, dus circa 1030 meer dan de thans geplande 1264. Dit is exclusief specifieke aanvullingen voor het Basisnet (spoorvervoer gevaarlijke stoffen).

Ook het model van de onderzoekers kent een aantal onzekerheden. Die leiden tot een *range* van circa 2000 tot 2500 rond de genoemde verwachtingswaarde van 2290.

De onderzoekers adviseren om de uitvoering van het programma voor de extra seinen niet meteen te beginnen, maar tenminste 2010 af te wachten. Met de methodiek van de risicoscore van IVW is dan⁶ te zien in welke mate de doelstelling is benaderd, omdat eind 2009 alle 1264 seinen zijn voorzien van ATBVv. Op basis daarvan en van het resultaat van de onderzoekers, kan dan zonedig worden overgegaan tot de uitbreiding van het aantal ATBVv-seinen.

Over de **criteria** waarmee de extra seinen moeten worden geselecteerd, adviseren de onderzoekers het volgende:

De criteria voor aantalreductie en voor de risicoreductie verschillen.

Voor de aantalreductie is het advies om de bestaande selectiemethode te gebruiken met de daarin opgenomen criteria.

Voor de risicoreductie (beperken van mogelijke gevolgen) spelen ook andere criteria een rol, zoals gevaarlijke stoffen, afstand tussen sein en gevaarpunt, het snelheidsverschil tussen treinen en de aard van het gevaarpunt.

Het rapport bevat nadere adviezen over de selectiemethodiek.

Kanttekeningen

Over gevaarlijke stoffen:

De effectiviteit van ATBVv voor reizigerstreinen is beter/hoger dan voor goederentreinen. Daarom zouden routes voor gevaarlijke stoffen (zoals voorzien in het Basisnet), volgens de onderzoekers, op een specifieke wijze van ATBVv moeten worden voorzien. Namelijk bij de seinen op de toeleidende rijwegen (vooral reizigerstreinen) naar de hoofdrijweg waarover de gevaarlijke stoffen worden vervoerd. Daarmee wordt de kans op een botsing relatief sterk gereduceerd.

Over de invloed van het ATB-remcriterium:

Of een trein na een STS-passage het gevaarpunt bereikt, is afhankelijk van verschillende factoren, onder andere de afstand sein-gevaarpunt en de entreesnelheid, en daarmee van het ingestelde remcriterium. Het remcriterium heeft binnen ATB eerste generatie een bredere invloed en heeft een relatie met de effectiviteit van ATBVv.

Nader onderzoek naar een eventuele verzwaring van dit criterium kan meer inzicht bieden in de verwachte veiligheidseffecten. Daarbij is aandacht voor de operationele aspecten van zo'n verzwaring van direct belang. Het betreft derhalve een brede afweging die bij voorkeur expliciet wordt gemaakt.

D. Aanvullende maatregelen

Afgezien van ATBVv is de machinist op het ATBEG-net, doorgaans de laatste schakel in de keten die leidt tot een STS-passage. De vraag is of daar nog "winst" is te halen, wetend dat het gemiddelde voor een machinist circa 1 STS-passage per 15 jaar bedraagt.

Om daar nader zicht op te krijgen is aan een aantal betrokkenen een lijst voorgelegd met denkbare maatregelen met vragen omtrent uitvoerbaarheid, mate van toepassing en het potentiële effect. Dat heeft geleid tot een top 5 van generieke maatregelen, te weten:

Top 5 van maatregelen volgens de enquête:

6 Wanneer ATBVv op een sein aanwezig is, moet wel het feitelijke effect worden geregistreerd en niet langer de modelmatige verwachting daarvan worden gehanteerd.

- beperken van onverwachte/onbekende routes;
- alarmeren van de machinist bij geel/rood sein;
- verminderen van de druk vanuit eisen aan de punctualiteit;
- verbeteren van het seinontwerp en plaatsing;
- verminderen van de complexiteit van seinbeelden / seinsituaties.

Zoals gezegd gaat het om generieke maatregelen (denkrichtingen), waarvan in dit onderzoek slechts een globale indicatie van het mogelijke/optimale effect kon worden gegeven; dit bepaalde de volgorde in de top 5. Een concrete verwachting van het effectpercentage kon in dit kader niet worden gegeven. Dat vergt nadere specificatie en nader onderzoek.

Daarnaast dient men bedacht te zijn op het feit dat combinaties van maatregelen doorgaans een kleiner effect opleveren dan de som van de afzonderlijke effectpercentages.

ATB- kwiteerfunctie

Tenslotte is expliciet gevraagd naar een oordeel over de omstreeks 1995 buiten werking gestelde **kwiteerfunctie**. Dit vanwege het feit dat tussen 1995 en 2001 een duidelijke stijging optrad in het aantal STS-passages. De kwiteerfunctie was een onderdeel van het ATB-systeem (ATB Eerste Generatie). De machinist werd door de functie indringend geattendeerd op rijden in gebied met een snelheidsindicatie van maximaal 40 km/u, waar hij destijds zonder verdere assistentie rekening moest houden met een rood sein. Deze waarschuwing moest elke 20 sec worden gekwiteerd, anders verzorgde de ATB een noodremming. Het systeem bleek niet alle STS-passages te voorkomen (men kon kwiterend door rood gaan). In combinatie met ergonomische bezwaren, leidde dat tot het buiten werkingstellen van de kwiteerfunctie op basis van een besluit/advies van de Commissie Veiligheid Spoorvervoer van de toenmalige NS.

In het onderzoek zijn andere plausibele bijdragen aan de genoemde stijging van het aantal STS-passages genoemd. Daarbij kon niet worden uitgesloten dat het wegvallen van de kwiteerfunctie (de waarschuwing plus het kwiteren zelf) ook een bijdrage heeft geleverd. Een deel van de teruggevonden pleidooien voor afschaffing van de kwiteerfunctie wordt op dit laatste punt niet geheel steekhoudend geacht.

In het onderzoek is bovendien vastgesteld dat de kwiteerfunctie formeel nog steeds níet is afgeschaft: hij komt nog voor in de officiële toelatings-/keuringseisen van ATB eerste generatie.

Mede omdat de kwiteerfunctie een (onderdeel van een) veiligheidssysteem is, komen de onderzoekers tot het volgende tweeledige advies:

- a. Indien de waarschuwing bij rijden in 40 km-gebied (één van de bovenstaande maatregelen) in geschikte vorm in de treincabine wordt teruggebracht, is ook het grootste deel van het waarschuwingseffect van de kwiteerfunctie terug (niet het complete effect ervan). Op de aard van het waarschuwingssignaal/systeem wordt hieronder nader ingegaan.
- b. In de ontstane situatie sinds 1995 is naar het inzicht van de onderzoekers formele duidelijkheid over de afschaffing noodzakelijk. Indien aan het vorige punt wordt voldaan, beschouwen de onderzoekers het schrappen van de kwiteerfunctie uit de wettelijke eisen als voldoende gerechtvaardigd. Indien niet aan punt a. wordt voldaan, dan zou men voorafgaand aan formele afschaffing van de kwiteerfunctie, bijvoorbeeld met een (simulator)experiment, nader moeten vaststellen of afschaffing uit veiligheidsoogpunt inderdaad voldoende gerechtvaardigd is.

Voor het onder punt a. bedoelde waarschuwingssignaal/systeem zijn in het rapport enkele suggesties gedaan. Daarbij worden verschillende vormen onderscheiden, waarvan de belangrijkste zijn:

1. Algemene alarmering in 40 km-gebied. Een mogelijke vorm daarvan is een ander geluidssignaal dan de normale ATB-bel ("Ander signaal bij geel"). Daarmee komt, ten minste 1 maal per 40 km-gebied, een waarschuwing terug. Dit is veel minder indringend dan bij de kwiteerfunctie, maar wel in elk 40 km-gebied;
2. Situatiespecifiek waarschuwen: de machinist specifiek waarschuwen voor (dreigende passage van) een rood sein. Gedacht wordt aan een hulpsysteem (geen echt beveiligingssysteem!) dat mogelijk lijkt op basis van bestaande technologie. Het systeem is in deze toepassing echter nog niet gereed voor directe implementatie.

Dit waarschuwingssysteem zou een brede aanvulling kunnen vormen op het ATBVv-project. Aanbevolen wordt het nader op effectiviteit en kosten te onderzoeken en het zo mogelijk invoeringsgericht door te ontwikkelen.

3 Het STS-programma

Feiten

Begin 2004 is een spoorbranche-brede werkgroep gestart om gezamenlijk het probleem van "rijden door StopTonendSein" aan te pakken. De werkgroep beoogde oplossingen te ontwikkelen voor concrete situaties waarin bepaald spoorgebruik een verhoogde kans op STS-passage oplevert.

Korte tijd later is een Stuurgroep STS gevormd waarin de IVW en DGP (later DGMO)⁷ namens V&W als waarnemers aanwezig zijn [Spoorbranche12].

In oktober 2004 heeft de Stuurgroep een door de gehele spoorbranche ondersteund voorstel voor aanpak van de STS-problematiek aan de Minister van V&W gezonden [VW1]. De voorgestelde aanpak richtte zich op twee trajecten, te weten [TK10]:

1. De menselijke factor: mogelijkheden om aan de kant van het rijden van treinen het aantal STS-passages te verminderen; invalshoeken: cultuur, houding en gedrag;
2. De techniek, waarbij gedacht werd aan het optimaliseren van de plaatsing en zichtbaarheid van seinen en aan aanvullingen op het ATB-beveiligingssysteem.

Het voorstel is geaccepteerd en van het gevraagde budget (initieel 40 miljoen euro) voorzien. In de Tweede kadernota railveiligheid [TK05] zijn de doelstelling, de contouren en het initiële budget van het programma gepubliceerd. Verder wordt gesteld dat de prioriteit met betrekking tot de aanpak is gericht op risicoreductie.

De spoorbranche/Stuurgroep STS heeft zijn voorstel in enkele stappen geconcretiseerd, waarbij het Ministerie tevens de beoogde besteding van het budget nader specificeerde. Een belangrijk onderdeel van het vorm krijgende STS-programma bestond uit een nog te ontwikkelen technische aanvulling op het bestaande ATB-systeem, genaamd ATB++ [TK10].

Deze aanvulling zou in alle treinen en bij een beperkt aantal bediende seinen in het spoorwegnet moeten worden aangebracht en een belangrijk aandeel voor zijn rekening nemen ter realisatie van het te behalen doel.

Tijdens de ontwikkelperiode bleek aanpassing van het ATB++-concept nodig en is het technische concept ATBVv (ATB Verbeterde versie) ontworpen [TK26] en verder ontwikkeld.

Het verdere ATBVv-project bestond uit het ontwerpen, testen, produceren en uitrollen van ATBVv in de treinen, dit laatste grotendeels in 2009.

Tevens werden de seinen geselecteerd die voor ATBVv in aanmerking zouden komen en deze werden voor het grootste deel in 2009 voorzien van de ATBVv-apparatuur.

Parallel aan het technische programma werd en wordt gewerkt aan de overige onderdelen van het plan van aanpak.

De onderzoekers groeperen de overige onderdelen in dit rapport onder de titel *machinistenprogramma*. De andere twee onderdelen uit figuur 3.1 komen in dit rapport (niet of nauwelijks) niet aan de orde.

Figuur 3.1 schetst het totale STS-programma.

7. Directoraat-Generaal Personenvervoer, thans Directoraat-Generaal Mobiliteit.



Figuur 3.1 Het ATBVv-project als onderdeel van het STS-programma

Focus van dit onderzoek

Gezien de vraagstelling van dit onafhankelijke onderzoek (zie de inleiding) richt het onderzoek zich vooral op de volgende twee onderdelen van het STS-programma:

1. Het ATBVv-project: invoering van ATBVv op een deel van de circa 6.000 bediende seinen in het Nederlandse spoorwagennet;
2. Het machinistenprogramma gericht op ondersteuning en alertheid van de machinist; om mede langs deze weg het aantal STS-passages terug te dringen.
In dit kader wordt ook gekeken naar het effect van ATB-kwiteerfunctie die rond 1995 is afgeschaft.

Dit onderzoek gaat niet in op de financiële aspecten van het STS-programma of van andere genoemde/aanbevolen maatregelen.

3.1 Het overeengekomen STS-programma op hoofdlijnen

De feiten

Het initieel in 2004 geconcipeerde STS-programma was nog betrekkelijk conceptueel, al was de doelstelling vanaf het begin duidelijk in beeld, ook in kwantitatieve zin. De bedenkers van het programma baseerden zich in deze fase op inschattingen van het effect dat met haalbaar geachte, beperkte maatregelen realiseerbaar zou zijn.

Inhoudelijk heeft het programma zich na een verkennings- en ontwikkelfase geconcretiseerd tot de volgende hoofdelementen: [TK05]:

1. De doelstelling van 50% reductie in het aantal STS-passages ten opzichte van 2003,
2. De doelstelling van 75% risicoreductie van STS-passages, ten opzichte van 2003;
3. De peildatum voor het bereiken van deze doelstellingen is begin 2009⁸;
4. Het ontwikkelen van ATB++ [TK10], later ATBVv [TK26] en het daarmee uitrusten van de treinen [ProRail06];
5. Pakketafspraken over het voor deze activiteiten beschikbare budget, in eerste instantie 40 miljoen euro voor punt 4+6 [TK06], later in stappen aangevuld tot 55 miljoen euro [VW9, VW10];

8. Praktisch gesproken zal een registratie gedurende dat jaar nodig zijn om het feitelijk vast te stellen.

6. Het met ATB++/ATBVv uitvoeren van een concreet benoemd aantal seinen, initieel 1.000 stuks [Spoorbranche07], in enkele stappen opgehoogd [VW10], via 1.164 seinen die specifiek zijn geselecteerd en gepubliceerd [TK34], naar 1.264 seinen [TK42]. Paragraaf 3.3 gaat nader in op de samenstelling en de achtergrond van de selectie.
7. Het ontwikkelen en doorvoeren van een machinistenprogramma [VW2, VW9, Spoorbranche02], zoals hiervoor aangeduid. Paragraaf 3.4 gaat hierop nader in;
8. Halfjaarlijkse voortgangsrapportage door de spoorbranche aan het Ministerie [VW11].

In de voortgangsrapportage STS-seinen [TK19] is de volgende planning en effectiviteit van de verschillende maatregelen gepresenteerd, zie ook de brief van de spoorbranche van 21/01/2005:

Maatregel	Stand van zaken eind 2004	Planning (zoals voorzien eind 2004)	Reductie STS	
			Risico	Aantal
Emplacementsanalyse	Aanpak is uitgewerkt	Maatregelen worden waar mogelijk in het lopende jaar uitgevoerd of verwerkt in het productieplan. Gereed eind 2006.	3-5%	3-5%
Machinistenprogramma	Plan van aanpak bij vervoerders gereed	Operationeel eind 2005	3-5%	3-5%
Instelvoorschriften deelrijwegen	Hotspots zijn geïnventariseerd	Op 25 hotspots wordt de maatregel Q1 2005 ingevoerd; overige situaties komen voort uit emplacementsanalyse; eind 2006 gereed	24%	12%
Invoering technisch systeem	Pilots Code 147 en ATB++ in uitvoering; definitieve keuze Q3 2005	Voorbereiding door ranking emplacementsseinen en voorbereiding engineering gedurende 2005. Daadwerkelijke implementatie in periode 2006-2008	80%	20%
Totale reductie risico respectievelijk aantallen STS-gevallen			>80%	40%

Figuur 3.2 Inschatting en prognose van maatregelen binnen het STS-programma (2004!)

- Opmerking 1: In 2004 was ATBVv nog ATB++. Bij de keuze voor ATBVv is de technische invulling meer geïntegreerd met de normale ATB (dit geldt m.i.v. ATBEG fase 4, niet voor fase 3).
- Opmerking 2: De grootste bijdrage werd in 2004 verwacht van ATB++/ATBVv. De verwachte aantalsreductie van STS-passages door ATB++/ATBVv bij 1000 seinen was toen 20% (resteert 80%). De verwachte risicoreductie was 80% (resteert 20%).
- Opmerking 3: De één na grootste bijdrage werd verwacht van Instelvoorschriften, omdat deelrijwegen de kans op STS-passages vergroten.
- Opmerking 4: In de figuur is voor het STS-programma 40% aantalsreductie en 80% risicoreductie aangegeven. De vastgestelde doelstelling voor aantalsreductie is 50%.
- Opmerking 5: In de brief van 21/01/05 wordt vermeld dat de eerste drie maatregelen in de periode 2005 - 2006 geïmplementeerd zullen worden en alle maatregelen per eind 2008 gereed zijn.

Een conclusie:

Uit het bovenstaande figuur valt af te leiden dat de grootste bijdrage aan de reductie van het aantal en risico van STS-passages moet worden geleverd door het ATBVv-project.

3.2 Nadere beschouwing van de doelstelling

De feiten

In de periode 2005 - 2009 is het STS-programma meermaals besproken met de minister. Bijlage 2.1 geeft een overzicht van de gedachtewisseling daarover tussen de Tweede Kamer en de Minister.

Inhoudelijk kwamen de volgende onderwerpen aan de orde:

- a. Vertraging in het ATBVv-project, die gezien het te doorlopen ontwikkeltraject overigens als beperkt is te kwalificeren (uitrol van ATBVv op 1 januari 2010 vrijwel voltooid: 75% van de 1750 treininstallaties; 1151 van de eerder ingeplande 1164 seinen (98,9%)⁹;
- b. Een enigszins wisselend beeld van het machinistenprogramma (zie verder paragraaf 3.4);
- c. Tussentijdse markante STS-passages en met name de botsing bij Barendrecht in september 2009;
- d. De keuze van seinen die met ATBVv worden uitgevoerd, welke leidde tot enige tussentijdse ophogingen van het aantal ATBVv-seinen (aanvullende seinlocaties). De discussie over de selectie van seinen werd aangewakkerd toen bleek dat het sein waar de STS-passage van Barendrecht optrad, niet is/was geormerkt voor ATBVv;
- e. Tegenvallende rapportages over de ontwikkeling van het jaarlijkse aantal STS-passages [IVW11, IVW15].

Voor 2008 kon men overigens niet verwachten dat ATBVv al een wezenlijke bijdrage aan de beperking zou leveren (het was toen immers nog niet geïmplementeerd). Daar staat tegenover dat de spoorbranche in zijn aanbiedingsbrief van het programma [VW1] zichzelf de korte-termijnambitie heeft gesteld dat in 2005 al het aantal STS-passages lager zou zijn dan in 2003. Blijkens figuur 1.1 is dat gelukt wanneer men kijkt naar het aantal echte (niet-technische) STS-passages, maar direct daarna liep het aantal echte STS-passages weer op;

- f. Tegenvallende prognoses in diezelfde rapportages over het (niet geheel) halen van de geambieerde risicoreductie van STS-passages door ATBVv. In dit verband wordt ook verwezen naar het algemeen overleg van 29/9/2009 [Tk43] waarin de volgende zaken aan de orde zijn geweest:
 - de spoorsector heeft iets meer tijd nodig om de ambities te realiseren;
 - IVW verwacht een risicoreductie van 50 tot 65% en een aantalreductie van 20% na afronding van de implementatie van ATBVv;
 - de minister is niet tevreden over de aantalreductie van 20%, maar blij dat de ambitie van 75% wordt genaderd;
 - er is besloten 100 extra recidive seinen met ATBVv uit te rusten, waarmee wordt verwacht dat de risicoreductie in 2010 zal zijn bereikt.

In de bijlage van de aanbiedingsbrief van het STS-programma [VW1] kondigt de Spoorbranche (toen ProRail, NS en Railion) aan dat gemeten wordt dat men de doelstellingen ook daadwerkelijk gaat bereiken.

De doelstellingen van het STS-programma lijken op het eerste gezicht ook volslagen duidelijk en helder toetsbaar. Deze doelstellingen worden in het vervolg nader beschouwd.

9. Opgave namens de projectleider d.d. 13/1/2010.

3.2.1 Aantal STS-passages

In de aanbiedingsbrief [VW1] is bij (de reductie van) het aantal STS-passages geen onderscheid gemaakt naar echte en technische STS-passages. Dat lijkt gezien de in figuur 1.1 getoonde ontwikkeling een belangrijk punt. Het onderscheid tussen echte en technische STS'en was al in 2001 door de IVW ingevoerd, maar de aanbiedingsbrief noemt enkel "STS-passages". De IVW is het onderscheid consequent blijven maken en het is vanaf de start duidelijk geweest dat [IVW10 - 17] de aantaldoelstelling betrekking had op echte STS-passages, dus met uitsluiting van de technische STS'en.

De onderzoekers zijn van mening dat de echte STS-passages de kern van het probleem vormen en inderdaad moeten worden onderscheiden van werkelijk technische STS'en¹⁰. Doordat het onderscheid in de formulering van de doelstelling niet is gemaakt, is enige onduidelijkheid ontstaan. Overigens staat in de eerste Trendanalyse 2001-2005 aangegeven dat het bij het programma gaat over echte STS'en conform de definitie in bijlage 1. Daar wordt ook het aantal van 265 STS-passages in 2003 genoemd.

3.2.2 Risico

De bevindingen

De risicodoelstelling is niet geheel duidelijk, omdat in de aanbiedingsbrief [VW1] in feite twee invullingen aan het begrip "risico" worden gegeven, zonder dat daarna duidelijk is wat precies met "risico" wordt bedoeld. In de volgende alinea wordt dit nader verklaard. Het onderwerp komt daarna nog tweemaal terug, namelijk:

- a. In paragraaf 5.1, omdat de gehanteerde invulling van "risico" een rol speelt bij het selecteren van seinen waar ATBVv moet komen;
- b. In paragraaf 5.3, omdat daar nader wordt ingegaan op het meetinstrument waarmee het risico en dus de risicoreductie wordt bepaald/geëvalueerd.

Het is mede een relevant onderwerp, omdat de spoorbranche in diverse stukken [o.a. Spoorbranche01] aangeeft dat risicoreductie de belangrijkste doelstelling is. Dat wordt ook uitgesproken door de Minister [Tk43].

Doordat het begrip risico in het STS-programma niet voldoende scherp is gedefinieerd, wordt het door betrokkenen binnen en buiten het project verschillend geïnterpreteerd. Dat leidt tot verschillende verwachtingen en afhankelijk van de verwachting tot onverwachte/onbedoelde uitkomsten.

Onderstaande constatering illustreren de onduidelijkheid.

Constateringen

In het STS-programma worden minstens drie verschillende risicomaten gehanteerd:

1. Risico = **Kans maal Effect**¹¹ zie bladzijde 1 van de aanbiedingsbrief [VW1] waarbij overigens de betekenis van "Effect" niet nader is beschreven. "Kans x Effect" heeft een beperking: hierin wordt namelijk nauwelijks rekening gehouden met ongevallen

10. In het Verenigd Koninkrijk onderscheidt men 4 soorten STS-passages (A t/m D) waaronder wat wij technisch STS noemen. Verschillende onderdelen van de Engelse aanpak van STS-passages hebben voor Nederlands als voorbeeld gediend. De Engelse indeling van STS-passages is hier niet overgenomen.

11. Door het woord "Effect" kan men vermoeden dat het hier gaat om (de heftigheid van?) een botsing, en niet direct om de mogelijke gevolgen daarvan, bijvoorbeeld in termen van slachtoffers in de trein of in de omgeving door een eventueel vrijkomen van gevaarlijke stoffen. Anders had er wellicht gestaan: "Kans x Gevolg". Praktisch gesproken richt de aandacht zich vooral op de botsing zelf. Dit kan bij het selecteren van ATBVv-seinen wel verschil maken.

die grote gevolgen hebben maar een kleine kans. Dat is duidelijk, maar is niet iedereen bekend¹²;

2. De door de spoorbranche gebruikte (risico)**selectiemethodiek** van seinen [IVW06, zie bijlage 7], is in feite "Kans plus Effect", en gebruikt daarbij specifieke indicatoren. Bij het effect gaat het vooral om de/een botsing op zich. De gehanteerde optelling van kans en effect leidt tot een andere rangorde van seinen dan bij Kans maal Effect¹³. Dit verschijnsel uit zich vooral in het middengebied waar de scheidslijn ligt tussen wel en niet selecteren. Verder geldt ook hier dat grotere effecten/gevolgen met een kleine kans, weinig aandacht krijgen. Verder houdt de gehanteerde maatstaf geen rekening met het risico van ongevallen met gevaarlijke stoffen;
3. De **risicoscore** [IVW08, zie bijlage 7] wordt als meetinstrument voor het risico van *opgetreden* STS-passages gebruikt in publicaties van de IVW [IVW10, IVW13, IVW17]. Het risico komt alleen in beeld als er feitelijk een STS-passage heeft plaatsgevonden. Deze risicoscore (maatlat) bevat van nature weinig kans, en richt zich vooral op het mogelijke *gevolg* voor reizigers. Grotere gevolgen worden duidelijk belicht en deze maatstaf verschilt dus van die in de selectiemethode. Een mogelijk ongeval met gevaarlijke stoffen wordt in de risicoscore meegenomen met een vaste factor steeds wanneer een goederentreinen betrokken is.

In de selectiemethode en risicoscore is de in Nederland gebruikelijke definitie/interpretatie voor het risico van gevaarlijke stoffen echter niet verwerkt.

Kanttekeningen

Om de praktische betekenis van de zojuist gedane constatering te verduidelijken, zijn enkele kanttekeningen opgenomen die illustreren welke kwesties aandacht behoeven:

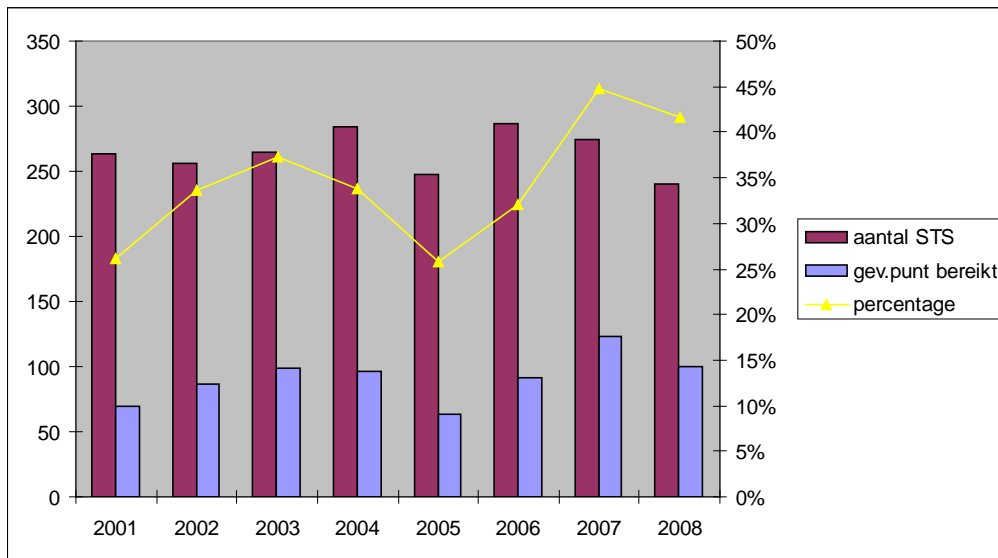
- a. seinen/gevaarpunten waar gevaarlijke stoffen voorbij komen met een relevante kans op een botsing met vooral reizigerstreinen;
- b. het budget op de meer voor de hand liggende STS-passages of "inefficiënter" besteden aan "alle" gevaarpunten waar grote ongevallen kunnen gebeuren, dus ook degene met relatief kleine kans? (In het laatste geval wordt in elk geval de doelstelling van aantalreductie moeilijker haalbaar. Of, wanneer men een bijna absolute zekerheid wil, dan komt een zeer groot deel van de bediende seinen in aanmerking).

Over de beoogde risicoreductie (75% of zelfs 80% volgens figuur 3.2) nog het volgende. Figuur 3.3 (op de volgende bladzijde) toont het aantal STS-passages in de jaren 2001 t/m 2008 en het aantal keren daarvan dat het gevaarpunt is bereikt.

Uit de figuur blijkt dat er geen duidelijk afnemende trend is in het aandeel STS-passages waarbij het gevaarpunt wordt bereikt. In het licht van de toezegging in de brief van 21/01/05 van de Spoorbranche dat de maatregelen 1 t/m 3 uit figuur 3.2 in de periode 2005/2006 zijn geïmplementeerd, ontstaat dan het vermoeden dat de haalbaarheid van de beoogde risicoreductie problematisch is. In hoofdstuk 5 wordt dit nader onderzocht.

12. Voorbeeld: een ongeval met 10 doden en een frequentie van 10^{-2} /jaar levert bij Kans x Effect een waarde van 10^{-1} /jaar. Een ongeval met 100 doden met een zeer lage kans, bijv. 10^{-5} /jaar levert slechts een waarde van 10^{-3} /jaar bij Kans x Effect en levert dus 'geen bijdrage'.

13. Hier komt wellicht een wiskundig argument om de hoek. We stellen vast dat in de gehanteerde methodiek kans x effect niet hetzelfde is als kans + effect in het logaritmische domein. Door de gehanteerde scores ontstaat in dit geval een andere rangorde van seinen.



Figuur 3.3 Recente ontwikkeling van het aantal STS-passages en het aantal malen dat daarbij het gevaarpunt werd bereikt

3.2.3 De feitelijke selectie van seinen

Bevindingen

Bij de oorspronkelijke beoogde selectie van de eerste 1.000 seinen, lag de nadruk op een benadering volgens "Kans + Effect" of "Kans x Effect".

Met dit globale risicomodel in het achterhoofd, was de selectiemethodiek vooral opgezet als praktisch hulpmiddel om seinen te selecteren die in dat opzicht het meeste bijdragen.

De feitelijke selectie van seinen is overigens niet precies volgens de in [IVW06 en bijlage 7] beschreven selectiemethodiek uitgevoerd. Bij de feitelijke selectie zijn meer seinen voorgeselecteerd op basis van het mogelijke gevolg.

Het aantal ATBVv-seinen is gestegen naar 1.264. Bij de aanvullende selectie lag meer nadruk op het voorkomen van grote gevolgen. Dit blijkt in de nu volgende paragraaf 3.3 en een nadere analyse daarvan in §5.1.

Een deel van de geschetste problemen met het begrip risico is dus tussentijds gezien en opgevangen. Dat komt mede door externe invloeden op het STS-programma (Tweede Kamer, Provincie Noord-Brabant, nieuwe aanlegprojecten [VW10/VROM1]).

3.3 Ontwikkeling van het ATBVv-project

De feiten

In hoofdstuk 4 en 5 wordt nog uitgebreid ingegaan op het ATBVv-project. Vooruitlopend daarop volgt hier een korte weergave van dit belangrijke onderdeel van het STS-programma.

Bijlage 2 geeft weer hoe het aantal seinen in het ATBVv-project stapsgewijs tot stand is gekomen, geeft daar nadere details over alsmede referenties. De eveneens in bijlage 2 vermelde onderverdeling van de eerste 1.000 seinen, wordt besproken in hoofdstuk 5.

Figuur 3.4 geeft hiervan een korte samenvatting. Te zien is welke groepen seinen aan het oorspronkelijke aantal van 1000 seinen [Spoorbranche07] zijn toegevoegd. Via een tussenstand van 1.164 seinen [TK40], is het aantal gestegen tot 1.264 [TK42 en 43].

ATBVv-project	Aantal seinen	Referentie
Basisprogramma ATBVv	1.000	[spoorbranche07]
Gevaarlijke stoffen NB, ZH, Limburg	100	[VW10, 34 en 39]
Aanlegprojecten	59	
Specifieke seinen Gouda en Sloelijn	5	
Subtotaal	1.164	[TK40]
100 extra recidive seinen	100	[TK42 en 43]
Totaal	1.264	

Figuur 3.4 Aantal te realiseren ATBVv-seinen (stand tot 01/01/10)

De laatste 100 seinen zijn/worden later ingepland. Op 1/1/2010 was bij bijna 99% van de 1.164 seinen ATBVv geïnstalleerd.

Het aantal met ATBVv uit te rusten treinen bedraagt circa 1.450. Dit vergt circa 1.750 ATBVv-treininstallaties omdat in sommige treintypen voor en achter een installatie nodig is [ProRail6]. Op 1/1/2010 was hiervan circa 75% gerealiseerd en operationeel. Op 1 juli is dit percentage naar verwachting 90%, [memo 10 februari 2010] en naar verwachting ultimo 2010 vrijwel 100%.

Europees perspectief, een kort uitstapje

De doelstelling van ATBVv is het aantal STS-passages verder terug te dringen in afwachting van ERTMS/ETCS [Arcadis1]. Invoering van ATBVv vindt plaats omdat de gewenste overstap op ERTMS/ETCS naar verwachting nog vele jaren vergt. Hoewel een ETCS-trein (indien voorzien van een zogenoemde ATB-STM) kan rijden op een ATB-baanvak en ook ATBVv-signalen correct kan verwerken, hebben investeringen in ATBVv een beperkte levensduur.

Invoeren van ATBVv is echter een *upgrading* van een nationaal beveiligingssysteem, dat op gespannen voet staat met de door Europa verlangde Technical Specifications for Interoperability (Europese richtlijn TSI-conventioneel [EG3, 4 en 5]).

Als een middel om een "safety flaw" in de bestaande beveiliging op te vangen, wordt de invoering van ATBVv door het Ministerie van V&W geacht [TK26] niet strijdig te zijn met de Europese richtlijn die in het algemeen het upgraden van een nationaal systeem anders dan ERTMS verbiedt. Dit verbod geldt overigens specifiek voor "internationale corridors" (die niet concreet op lijnniveau zijn aangewezen), maar het achterliggende doel is breder.

Markant

De voorziening van ATBVv niet is vastgelegd in (bijlage 7 of 8 van) de Ministeriële regeling keuring spoorvoertuigen, de Mrks [VW16].

Voor de invoering van ATBVv is medewerking nodig van de vervoersbedrijven op het spoor. Die moeten de voor ATBVv benodigde treinapparatuur in hun materieel (laten) installeren. Overigens is die apparatuur momenteel aanwezig in de nieuwe treinstellen. De huidige vervoerders op het Nederlandse spoorwegnet zijn verenigd binnen de spoorbranche en die heeft medewerking aan de invoering van ATBVv toegezegd [TK34]. De interne afdekking hiervan tussen spoorbranche en vervoerders is niet onderzocht.

3.4 Kort overzicht van het volledige STS-programma

De feiten

Naast het ATBVv-project zijn in de loop der tijd de volgende maatregelen genoemd, zie [TK19, TK28, Spoorbranche06]¹⁴:

- Emplacementenanalyse:
 - Dwergseinen verbeteren;
 - Flankbeveiliging;
 - Gekoppelde rijwegen;
- Machinistenprogramma:
 - vigilantietest;
 - aannamebeleid;
 - wegbekendheid;
 - werkoverleg machinisten;
 - machinistendag, over onder andere;
 - verhogen alertheid machinisten;
 - sein aanwijzen en sein benoemen;
 - vertrek op rood: invoeren van een veilige routine (Richtinghandel in 0-stand);
 - communicatie over STS-passages;
- Instelvoorschriften deelrijwegen
(Blijkens figuur 3.2 verwachtte men hiervan de op een na grootste bijdrage)
- Sneeuw- en zonnekappen;
- Ander signaal bij geel;
- STS-passages van leeg materieel;
- STS-reductie door anders plannen:
 - consequenties van standaard gebruik van integrale rijwegen;
 - mogelijkheid en effecten van rijtijdspeling voor goederentreinen;
- Eventueel herinvoeren van de ATB-kwiteerfunctie
In het kader van "Alertheid machinist" is herinvoering van de kwiteerfunctie korte tijd een item geweest. Blijkens een brief [NS-R14] van NS-Reizigers aan de Minister van V&W is dit onderwerp binnen korte tijd afgevoerd van de lijst van (verder) te bestuderen onderwerpen.
- Machinist alarmeren voor rood sein (MARS¹⁵). In feite is het precieze systeem nog bepaald en zijn er verschillende gedachten over de invulling en functionaliteit. ProRails opvatting hiervan per ultimo 2009 is: de machinist niet voor elk rood sein alarmeren, maar alleen bij dreigende STS-passage; vergelijkbaar met ATBVv, maar dan zonder ingreep. Het systeem werkt overigens met geheel andere middelen en zou volgens deze opvatting dus zeer incidenteel alarmeren. Het zou een aanvulling op ATBVv kunnen zijn, maar is niet beperkt tot specifieke seinen; het kan voor vrijwel het gehele ATBEG-net worden ingezet. Het is echter een hulpsysteem, geen beveiligingssysteem.

Het bovenstaande is aangevuld met de volgende extra activiteiten [TK34]:

- Coördinatie machinistenprogramma;
- Onderzoek leeg materieel / Veilig parkeren van treinen;

14. De lijst is door ons enigszins gegroepeerd en niet precies in chronologische volgorde.

15 MARS is een bepaalde invulling van het concept, waarop octrooi is aangevraagd.

- Onderzoek recidive seinen;
- Onderzoek naar STS-passages goederenvervoer;
- Onderzoek naar de Invloed van technische STS-passages.

3.4.1 *Ontwikkeling van het machinistenprogramma*

De voortgang van de flankerende activiteiten was op zichzelf geen onderwerp van dit onderzoek.

Eén van de onderzoeksvragen hangt direct samen met diverse flankerende maatregelen:

Welke aanvullende maatregelen zijn wenselijk ter verhoging van de alertheid / waakzaamheid van machinisten en wat is de verwachte effectiviteit ervan?

Voor het beantwoorden van die vraag is een beeld nodig van de lopende activiteiten en daarbij met name in welke mate er feitelijk maatregelen zijn doorgevoerd.

Een deel van de flankerende maatregelen bestaat/bestond uit concrete acties, bijvoorbeeld: zonnekappen/sneeuwkapen.

Een aanzienlijk deel van het programma bestaat/bestond echter (initieel) uit onderzoeksactiviteiten. Het is uit de voortgangsrapportages [o.a. Spoorbranche03/TK21, 34 en 40] niet altijd duidelijk in hoeverre het onderzoek tot concrete vervolgacties en doorvoering van maatregelen heeft geleid.

Over een aantal specifieke onderwerpen/maatregelen was (ter beantwoording van de bovenstaande onderzoeksvraag) een nader beeld nodig van de mate waarin er in de praktijk al uitvoering aan is/wordt gegeven. Dit is van belang omdat, naarmate er al meer is gedaan, de mogelijkheden voor meer resultaat op dat punt afnemen (de wet van de verminderende meeropbrengst).

Om een nader -zij het indicatief - beeld te verkrijgen van de mate waarin bepaalde maatregelen al zijn/worden toegepast, is door de onderzoekers een mini-enquête uitgevoerd. Een viertal vertegenwoordigers van verschillende organisaties (gebruikers van het spoorweginet¹⁶), vertegenwoordigd in de Stuurgroep STS, heeft van de onderzoekers een vragenformulier ontvangen. De gevolgde methodiek en gedetailleerde resultaten van de mini-enquête zijn opgenomen in bijlage 11 van dit rapport.

De geënquêteerden worden beschouwd als deskundigen met brede kennis van de praktijk en de factoren die aan de orde zijn bij STS-passages en "alertheid machinist". Ze hebben binnen korte tijd gereageerd en voor zover was na te gaan, onafhankelijk van elkaar hun antwoorden ingezonden. Uit bijlage 11 blijkt dat de door hen gegeven inschattingen van de situatie een hoge consistentie vertonen.

¹⁶ Opgemerkt wordt dat ProRail (spoorbeheerder) niet vertegenwoordigd was in de groep geënquêteerden. De mate van uitvoerbaarheid en invoering van maatregelen kan door ProRail anders worden ingeschat.

MaatregelGroep	Specifieke Maatregel / Actie	Mate van uitvoering	Gereedmelding	
		(schaal 1 - 5)	Ja / (nee)	Referentie
Emplacementen (analyse) en seinplaatsing		→	Ja	[TK34]
Instelvoorschriften deelrijwegen		→	Ja	[TK34]
Zichtbaarheid / Herkenbaarheid seinen				
	Sneeuw- en zonnekappen (lichtgeleide seinen)	→	Ja	[TK34]
	Verminderen van schittering zon	2,5		
	Seinbeeld complexiteit verminderen	1,5		
	Standariseren/uniformeren seinen	2,75		
	Seinontwerp verbeteren	2		
Rijwegen (anders plannen)				
	Voorkomen van Onnodige rode seinen	3,5		
	Onverwachte /onbekende routes beperken	1,25		
	Vertrek op geel beperken	3		
Signaleren / alarmeren				
	Alarmeren Mcn bij geel / rood sein	2		
Machinisten				
	Machinistendag	→	Ja	[TK34]
	Vigilantietest voor aanname en na incident	4,25		
	Vigilantietest (tussentijds, 1op 5 jr / vaker)	3,75		
	(aanscherpen) Selectie-eisen bij aanname	3		
	Verbeteren wegbekendheid	4,25		
	Verbeteren weekberichten / werkoverleg	1,33		
STS-passages				
	Leeg materieel / Veilig parkeren	→	Ja	[TK34]
	(Onderzoek) Recidive seinen	*		
	(Onderzoek) Technische STS-passages	*		
	Communicatie over STS-passages	*		

* = niet betrokken in enquête

Figuur 3.5 Uitkomsten van een mini-enquête: Scores voor de mate waarin bepaalde acties zijn gedaan, uitgedrukt op een schaal van 1 (nihil/weinig) tot 5 (maximaal) en aangevuld met gereedmeldingen door de Stuurgroep STS

Over een 36-tal generieke maatregelen is hen (o.a.) gevraagd aan te geven wat/hoeveel er al aan gedaan is en dat te scoren op een schaal van 1 tot 5. De gemiddelde score geeft een indicatie van de mate waarin bepaalde activiteiten al zijn uitgevoerd.

De uitkomsten van die enquête die een rechtstreekse relatie hebben met acties in het lopende programma van flankerende maatregelen, zijn vermeld in figuur 3.5. Voor die onderwerpen is weergegeven "In welke mate wordt het al gedaan?". Dit is uitgedrukt in de gemiddelde score die de respondenten gaven op een schaal van 1 (nihil/weinig) tot 5 (maximaal). In figuur 3.5 is tevens aangegeven van welke acties er door de Stuurgroep STS in voortgangsrapportages een gereedmelding is gedaan.

Opvallend is dat maatregelen die direct op (het functioneren van) de machinist zijn gericht, in de ogen van de respondenten in vrij hoge mate zijn doorgevoerd. Uitzondering hierop is (wekelijkse) communicatie naar/van machinisten over bijzonderheden in het spoor. Verder vindt men dat er veel (voldoende) is gedaan om het aantal rode seinen onderweg zoveel mogelijk te beperken.

In de ogen van de respondenten (gebruikers) is nog vrij weinig gedaan aan het verminderen van de complexiteit van seinbeelden (score 1,5, dus meer zou kunnen?). Daarnaast is het ontwerp van seinen kennelijk een punt waar volgens de gebruikers meer aan kan worden gedaan (score 2 voor wel gedaan). Er is niet gespecificeerd gevraagd naar wat dit precies betreft. Het kan zowel het sein zelf betreffen als het ontwerp van de plaatsing van seinen in de infrastructuur.

3.5 Conclusies

Samenvatting feiten

Het STS-programma en de doelstelling ervan

1. De doelstelling (ambitie) van het STS-programma is in 2004 gesteld op 50% reductie in aantal STS-passages en 75% risicoreductie in 2009 ten opzichte van 2003. Voor ontwikkeling en realisatie van de nog uit te voeren technische aanpassing aan de seinen was een budget van 40 miljoen euro beschikbaar. Door de spoorbranche is ingeschat dat hiermee circa 1.000 seinen van ATBVv konden worden voorzien.
2. Het aantal ATBVv-seinen is in de afgelopen jaren in enkele stappen opgehoogd van 1.000, via 1.164 naar betrekkelijk recent (september 2009) 1.264 seinen.

Selectiemethodiek van ATBVv-seinen

3. In het STS-programma is een selectiemethodiek ontwikkeld om uit de circa 5.150 kandidaat-seinen, de meest relevante 1.000 (later meer) te kiezen [IVW06]. De feitelijk gehanteerde selectie bestond uit: het op voorhand in-selecteren van bepaalde seinen (100+ seinen, recidive seinen en specifieke andere) en een rankingscore voor het aanwijzen van meer seinen. Deze rankingscore is conform [IVW06] en opgezet vanuit de opvatting Risico = "Kans maal Effect". Dit is in overeenstemming met de definitie van risico die vanaf het begin door de spoorbranche is afgegeven.

De realisatie van ATBVv en de invoering ervan

4. Van de eerder al geselecteerde 1.164 ATBVv-seinen was per eind 2009 bijna 99% met ATBVv uitgerust. De planning is dat medio 2010 90% van de treinen is voorzien en ultimo 2010 nagenoeg 100%.

Het verdere STS-programma en de uitvoering daarvan

5. Het effect van de overige programmaonderdelen (emplacementenanalyse, machinistenprogramma en instelvoorschriften deelrijwegen) zou tot uiting moeten komen in het verloop van het aantal STS-passages in de afgelopen jaren.
6. Uit een uitgevoerde enquête komt consistent naar voren dat maatregelen die direct op (het functioneren van) de machinist zijn gericht, naar het oordeel van geënquêteerden in vrij hoge mate zijn doorgevoerd.
7. Volgens diezelfde enquête is er duidelijk minder gedaan aan verbetering van de omstandigheden waarbinnen de machinisten hun werk moeten doen, zoals seinsituaties, treinapparatuur, de afhandeling van treinbewegingen, de invloed van dienstregeling, punctualiteiteisen.

Resultaten van het STS-project toetsen aan de doelstelling

8. De in het STS-programma ontwikkelde risicoscore van STS-passages (modelmatige toetsing achteraf) kijkt vooral naar het mogelijke gevolg van STS-passages; de selectiemethodiek van seinen (rankingscore, vooraf) selecteert in sterke mate op kans.
9. Uit de gerapporteerde overleggen tussen de minister en de Kamer is gebleken dat het STS-programma, met 1.164 ATBVv-seinen zijn doelstelling niet heeft gehaald

in 2009. De aanvulling met 100 extra seinen leidt naar verwachting tot het naderen van de doelstelling voor risicoreductie.

Beoordeling Save/conclusies

Dit hoofdstuk gaf een verkennende beschouwing van het STS-programma; de volgende hoofdstukken van het rapport gaan nader in op de relevante punten. De bedoelde verkenning leidt tot de volgende tussentijdse beoordeling.

Het STS-programma en de doelstelling ervan

1. Volgens de ter beschikking staande documentatie zijn er 1.164 seinen concreet aangewezen en per januari 2010 voor bijna 99% van ATBVv voorzien.

Selectie van ATBVv-seinen

2. Het door de Spoorbranche vastgelegde ambitieniveau voor het STS-programma (50% aantalsreductie en 75% risicoreductie) is gebaseerd op een inschatting en niet op een grondige voorafgaande analyse.
3. De selectiemethodiek legt een sterke nadruk op locaties met een verwacht hogere kans op STS-passages. De invloed van potentieel grotere gevolgen in de selectiemethodiek is relatief klein en de mogelijke gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stoffen zijn er niet in meegenomen. Echter, van de 1.264 seinen zijn er vooraf 671 op andere gronden aangewezen (o.a. in de categorie kleine kans/groot gevolg), dus in eerste instantie niet met de selectiemethodiek.

De realisatie van ATBVv en de invoering ervan

4. Gezien de complexiteit van het te doorlopen proces is de realisatie van ATBVv en de invoering ervan, een goede prestatie.
5. Op basis van de nu verwachte einddatum van het implementatietraject wordt duidelijk dat het effect van ATBVv op de aantalsreductie en de risicoreductie met ingang van 2010 in de praktijk kan worden vastgesteld; (slechts) een jaar na de beoogde peildatum van 2009.

Het verdere STS-programma en de uitvoering daarvan

6. De overige onderdelen van het STS-programma zijn in belangrijke mate uitgevoerd. Uit de voortgangsrapportages van IVW volgt dat de doorgevoerde maatregelen slechts een beperkte daling van het aantal STS-passages hebben opgeleverd. De reductie blijft duidelijk onder de geformuleerde doelstellingen.
7. Met ingang van 2009 kan men in het totaalbeeld niet meer zien welke bijdrage de overige programmaonderdelen (emplacementsanalyse, machinistenprogramma en instelvoorschriften deelrijwegen) hebben geleverd, omdat in de loop van 2009 het ATBVv-project ook begint door te werken.
8. Aangenomen dat de bevindingen van de enquête het juiste beeld weergeven, is op het gebied van (het functioneren van) de machinist waarschijnlijk nog weinig verdere winst te boeken.
9. Vermoedelijk is in de *taakomstandigheden* van de machinist nog winst te boeken ter verdere beperking van het aantal STS-passages. Het betreft een veelheid aan

factoren, zoals seinsituaties, treinapparatuur, de afhandeling van treinbewegingen, de invloed van dienstregeling, punctualiteiteisen, etc.

Resultaten van het STS-project toetsen aan de doelstelling

10. De in het STS-programma ontwikkelde risicoscore (modelmatige toetsing achteraf) legt meer gewicht op eventuele grote gevolgen van STS-passages, dan de rankingscore van seinen (selectiemethode, vooraf). Dit wordt positief beoordeeld.
11. De in dit hoofdstuk uitgevoerde verkenning leidt tot het vermoeden dat het STS-programma, met het huidige aantal ATBVv-seinen zijn doelstelling, afgezien van het peiljaar, niet zal halen en dat vermoedelijk meer ATBVv-seinen nodig zijn (de volgende hoofdstukken gaan hierop nader in).

4 Beeldvorming van ATBVv

Het is voor de verdere rapportage van belang een goed beeld te hebben van het beveiligingssysteem, zoals dat in Nederland op het spoor wordt toegepast. Voor de beeldvorming van ATBVv is het daarbij van belang eerst kort in te gaan op ATBEG en de in dat systeem aanwezige lacunes, die een rechtstreeks gevolg zijn van ontwerpkeuzes.

4.1 ATBEG

De feiten

In het spoorstelsel vormen de seinen het *primaire* beveiligingssysteem. De seinen zijn direct gekoppeld (interlocking) aan spoorsecties, wissels, overwegbeveiliging en dergelijke. De werking van het systeem is fail-safe, in die zin dat seinen met een hoge betrouwbaarheid in een veilige stand (op rood) worden gezet, en het voorafgaande sein op geel. De machinist moet het gele en rode sein wel zien en zelf zorgen dat hij tijdig stopt.

ATB eerste generatie is een *secundair* beveiligingssysteem (treinbeveiliging) en verzorgt het automatisch stoppen van de trein door bewaking van de treinsnelheid (ATB-ingreep). De ter plaatse geldende maximale snelheid wordt in de cabine gesignaleerd. Bij een te hoge snelheid wordt de machinist gewaarschuwd (rembel), kort daarna volgt in principe de ATB-ingreep. De machinist kan en zal in het algemeen deze ingreep voorkomen. Daarvoor moet hij de rem in werking stellen en voldoen aan het ATB-remcriterium. Dat is remstand 1 van (meestal) 7.

De machinist wordt geacht zelf te bepalen wat de werkelijk benodigde remstand is.

De **eerste** lacune in de beveiliging¹⁷ van ATBEG is dat de machinist onbewust of bewust wanneer hij verwacht te kunnen doorrijden, met een forse maar licht afnemende snelheid kan blijven doorrijden in een gebied waar de maximumsnelheid 40 km/u is en daarbij zelfs ongewild door rood kan rijden.

Ontwikkeling rond het remcriterium

Al vanaf het begin is het remcriterium van ATBEG ingesteld op een lichte remstand. Dit bevordert de operationele flexibiliteit, maar kan ertoe leiden dat een trein in 40-gebied harder dan 40 km/u blijft rijden. Bij de opzet van ATBVv is aangenomen dat treinen in 40-gebied wel 40 km/u rijden.

Dat hoeft dus niet zo te zijn. Dit vermindert de effectiviteit van ATBVv en zou de in dit hoofdstuk vermelde effectpercentages dus doen afnemen. De IVW heeft hierop al gewezen in zijn rapportage over de bijna-botsing bij Harmelen (maart 2007 door STS-passage).

Voor goederentreinen is het effectpercentage van ATBVv al beperkt, zoals verderop in dit hoofdstuk blijkt. Er gaan nu stemmen op om het remcriterium te verzwaren. Daardoor moet er boven de 40 km/u harder worden geremd om een normale ATB-ingreep te voorkomen. Dit zou overal de veiligheid vergroten, maar zal ook operationele consequenties (capaciteit) hebben.

Het heeft echter géén invloed op de in dit hoofdstuk gepresenteerde effectpercentages van ATBVv. Immers: die zijn bepaald/geschat uitgaande van een maximumsnelheid van 40 km/u in 40-gebied.

17. Dit is geen vergissing, maar een bewuste ontwerpkeuze voor ATBEG. Er is ook bewust gekozen voor een lichte remstand. Het remcriterium is overigens instelbaar. Technisch gezien kan dit wel makkelijk worden veranderd [VW16]. Dat heeft wel operationele consequenties.

De **tweede** lacune¹⁸ in ATBEG is dat bij treinsnelheden van 40 km/u en lager er helemaal geen ingreep meer wordt gedaan, omdat die lagere snelheid geheel is vrij gegeven aan de beoordeling van de machinist. Dit is aan de orde na elk geel sein¹⁹ en op grote delen van (stations)emplacements. Dit wordt verder het 40-gebied genoemd.

Bevinding

Beide lacunes maken het mogelijk dat het 40-gebied met een (fors) hogere snelheid wordt betreden en het is dus denkbaar dat ongewild een rood sein met meer of minder dan 40 km/u wordt gepasseerd. De STS-botsing van 1992 bij Eindhoven [OvV1] maakte in brede kring duidelijk dat het niet om theoretische lacune(s) gaat en dat er een realistisch gevaar in schuilt. Dit bleek daarna nog diverse malen en na de STS-botsing van 21 mei 2004 bij Amsterdam Centraal werd besloten er iets tegen te gaan doen. Dat leidde uiteindelijk tot de ontwikkeling en invoering van ATBVv [TK05 + het vorige hoofdstuk].

4.2 De aard van ATBVv

Oordeel onderzoekers

De lacunes in de normale ATB-beveiliging worden met ATBVv *gedeeltelijk* gedicht:

1. Bij een ATBVv-sein is de kans op een STS-passages afgenomen en de kans op bereiken van het echte gevaarpunt extra klein. Maar ATBVv is niet 100% effectief (zie paragraaf 4.4) en is *geen* beveiligingssysteem in die zin. Daarnaast is het niet fail-safe opgezet²⁰. Het is een verbetering, een extra vangnet, maar met merkbare mazen²¹.
2. Het ATBVv-project houdt in dat het totale STS-risico in Nederland met circa 75 % moet afnemen (doelstelling) door een deel van de bediende seinen van ATBVv te voorzien. Eerst werd gedacht aan 1.000 seinen, later werd dit 1.264. Dit houdt in dat het STS-risico bij bijna 3.900²²⁾ seinen niet verandert. Uitgangspunt van de selectie is dat die seinen een beperkt risico hebben. In paragraaf 3.2 is al aangegeven dat dit geen absolute waarheid is. Paragraaf 5.1 beschrijft welke risico's buiten het selectie criterium kunnen/zullen vallen.

4.3 De werking van ATBVv

De feiten

Figuur 4.1 geeft een schematisch beeld van de opzet van de voorzieningen in het spoor bij een met ATBVv uitgevoerd sein. Bij het eerste baken begint de remcurvebewaking van

18. Dit is een bewuste keuze bij de Nederlandse invoering van ATBEG.

19. Men had er binnen ATBEG ook voor kunnen kiezen om nog een lagere snelheidsstrap in te voeren. Daarmee had men de problematiek van opvolgende gele seinen (dubbelzinnigheid van geel) sterk kunnen beperken. Er was wel een grote extra investering in de baanbeveiliging nodig om dit praktisch te benutten. Omdat 40 km/uur niet als erg onveilig werd beschouwd, is die investering destijds niet gedaan. De 40-grens geldt echter niet automatisch voor het spoor dat groen heeft. Er kan bij STS-passage met maximaal 40 km/u dus nog wel een heftige botsing volgen.

20. Als ATBVv incidenteel/plaatselijk niet werkt, wordt er geen ingreep gedaan en kan de trein gewoon doorrijden. Zeker bij ATBEG-fase 3 wordt niet werken niet gesignaleerd; wel werken ook niet; regelmatige controle is vooral bij ATBEG-fase 3 essentieel.

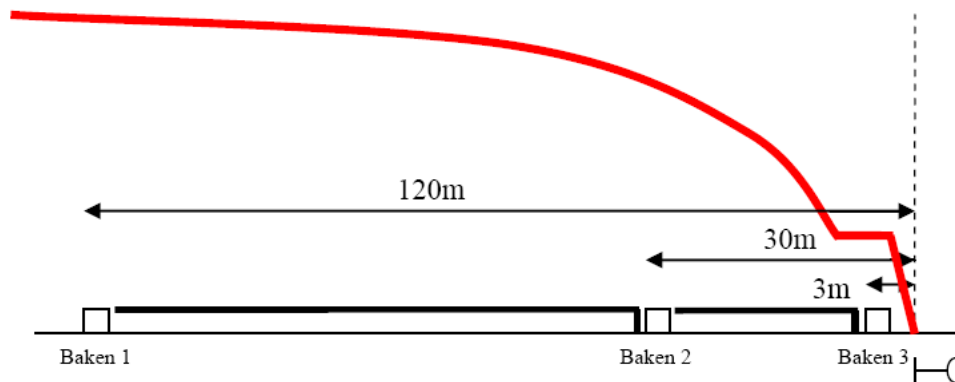
21. Dit zijn systeemkeuzes [Movares2, 3 en 4] die het mogelijk maken tegen beperkte kosten meer veiligheid te verkrijgen. Zie ook paragraaf 4.3 en 4.4. Als men remcurvebewaking als fail-safe beveiligingssysteem moet uitvoeren, is een veel hogere investering nodig, met name in de infrastructuur.

22. Van de 6.000 bediende seinen komen potentieel ongeveer 5.150 in aanmerking; 1264 daarvan krijgen ATBVv binnen het huidige programma, zie het volgende hoofdstuk.

de trein, indien de seinstand daartoe aanleiding geeft. De afstand van het eerste baken tot het sein (circa 120 m) is een vaste keuze die (meestal) uitvoerbaar is binnen de beschikbare ruimte in de bestaande infrastructuur.

Deze afstand is een belangrijke factor in de verderop te bespreken effectiviteit van ATBVv. Het zal niet altijd lukken de trein voor een STS-sein tot stilstand te brengen. Dat geldt met een bepaalde kans voor treinen die met 40 km/uur bij bakens 1 komen en met een grotere kans als de beginsnelheid hoger dan 40 km/u is (zie de volgende paragraaf voor de effectpercentages).

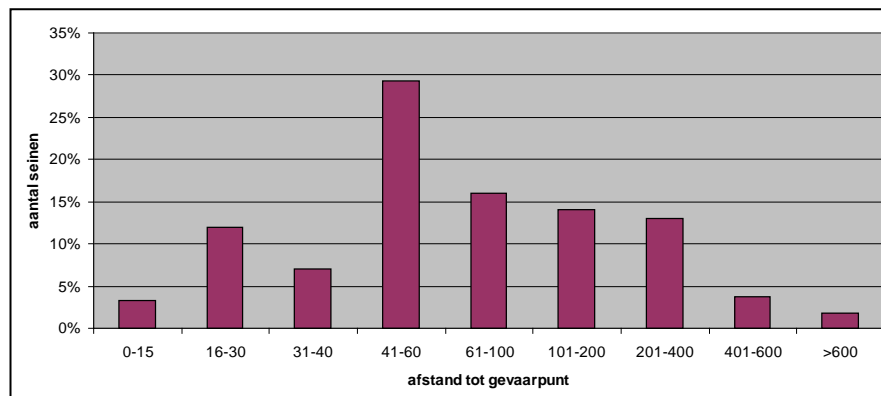
Dan is belangrijk hoe groot de afstand tot het werkelijke gevaarpunt is (de doorschietlengte). Figuur 4.2 toont hoe de beschikbare doorschietlengte in Nederland achter de seinen varieert. Daaruit blijkt dat bij circa de helft van de seinen de doorschietlengte 60 m of minder is.



Figuur 4.1 De meest gebruikelijke en meest uitgebreide configuratie van ATBVv bij een sein (de minimale vorm is: alleen bakens 3; [Movares3])

Om praktische redenen is er bovendien een release-snelheid van 10 km/u [Movares4]. Met die snelheid zou de trein verder kunnen rijden.

Of de beschikbare ruimte voor en achter het sein (meestal) voldoende is, verschilt verder per soort trein. Vooral (geladen) goederentreinen hebben een relatief lange remweg. Verder kan er incidenteel sprake zijn van glad spoor en/of een dalende helling.



Figuur 4.2 Representatieve verdeling van de afstand tussen sein en gevaarpunt [Spoorbranche16]

4.4 Effectiviteit van ATBVv

Oordeel onderzoekers

De effectiviteit van ATBVv wordt bepaald door de in de vorige paragraaf beschreven factoren in combinatie met het feit dat de instelling van de remcurve in de ATBVv-treinapparatuur niet heel precies kan worden afgestemd op wat (bij variërende omstandigheden en belading) het beste zou zijn. Een factor daarbij is dat ATBVv vanuit een capaciteitsoogpunt ook niet te veel onterechte remingrepen mag veroorzaken [Movares5].

De effectiviteit van ATBVv is nog niet grootschalig in de praktijk vastgesteld. Ook de meest recente gegevens daarover bevatten nog inschattingselementen en veronderstellingen. Aan [Movares1, 5 en 6] zijn de in figuur 4.3 vermelde effectpercentages ontleend; uiteindelijk op de laatste notitie, die in tegenstelling tot eerdere notities ingaat op het type trein. De voorgaande notities hadden een wat algemener karakter.

Soort trein	Stoppen voor het sein	Stoppen voor gevaarpunt gegeven STS-passage
Reizigerstreinen	78%	82%
Goederentreinen	51%	63%

Figuur 4.3 Verwachte effectiviteit van ATBVv voor reizigerstreinen en goederentreinen

Ontwikkelingen rond effectiviteit

Gedurende dit onderzoek is intensief gezocht naar solide informatie over de effectiviteit van ATBVv.

De nota Systeem Concept #16 [Movares5] van oktober 2009 zegt: "Van een aantal goederentreinen is de remkarakteristiek en aanpak tijd zo slecht dat het ATBVv-systeem een dreigende STS-passage vrijwel nooit zal voorkomen". Voor de goederentreinen in het algemeen komt de notitie op een effectpercentage van 10%. Dit wordt in [Beproeversrapport Goederen, Movares1] van juni 2009 enigszins genuanceerd. Op 22 januari 2010 wordt aanvullende (nieuwe) informatie [ATBVv systeemconcept #17, Movares6] verstrekt, met een herijking van de effectpercentages. De cijfers zijn meer specifiek dan eerdere notities.

Voor (beladen) goederentreinen is de effectiviteit van ATBVv beperkt (zie figuur 4.3). Er is dus een restkans dat bij een ATBVv-sein toch een STS-passage door een goederentrein plaatsvindt, die kan leiden tot een botsing met een andere trein.

Wel mag worden verwacht dat (in overigens vergelijkbare omstandigheden) de snelheid van de STS-trein dan lager is. De snelheid van de trein op het "groene spoor" (het spoor waarop de seinen aangeven dat mag worden doorgereden) wordt echter pas automatisch geremd wanneer de doorschietende goederentrein feitelijk in het andere spoor komt. Dat verzorgt de normale ATB voorzover de machinist van de andere trein al niet eerder begon te remmen.

In dit verband past een opmerking over het toekomstige Basisnet voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over spoor. Voor het Basisnet is op de eerste plaats het hierboven vermelde effectpercentage voor (doorgaande en rangerende) reizigerstreinen van belang. Die zijn daar namelijk de meest waarschijnlijke veroorzaker van een STS-botsing. Maar ook hier blijft een botsing tussen goederentreinen mogelijk (zie verder hoofdstuk 5).

Tenslotte wordt vermeld dat de onderzoekers de in figuur 4.3 vermelde percentages vooralsnog als representatief beschouwen voor de in de praktijk bestaande variatie in fysieke/technische omstandigheden. De betrouwbaarheid van de ATBVv-apparatuur is daarin wel een belangrijke aspect, maar niet bepalend.

Een uitgangspunt bij het bepalen van de effectiviteit is dat de entreesnelheid van de "STS-trein" bij bakken 1 maximaal 40 km/u is [Movares3]. Zoals eerder geschetst, is dat niet altijd het geval.

Mogelijk staat daar tegenover dat machinisten (nog) wat voorzichtiger gaan rijden doordat ze onzeker zijn wanneer (bij welke snelheid) ATBVv precies zal ingrijpen. Daar komt bij dat een ingreep van ATBVv geheel zonder voor aankondiging plaatsvindt. Een machinist zal een ingreep bij voorkeur willen voorkomen (en zeker niet door rood rijden).

De praktijk zal moeten uitwijzen wat de werkelijke effectpercentages zijn.

Het vervolg van deze rapportage gaat uit van cijfers op basis van notitie #17 zoals vermeld in figuur 4.3.

4.5 Conclusies ATBVv

Samenvatting feiten

1. Het in Nederland doorgevoerde ATB-systeem (ATBEG) heeft een grote verbetering van de veiligheid op het spoor opgeleverd. Het systeem werkt echter niet onder de 40 km/h. Daarvoor is ATBVv geïntroduceerd als aanvulling.
2. Bij een ATBVv-sein zal de kans op STS-passages afnemen met 73% en is de kans op bereiken van het echte gevaarpunt gereduceerd met 79%.
3. De effectiviteit van ATBVv is voor reizigerstreinen hoger dan voor goederentreinen.

Beoordeling Save/conclusies

1. De door de Spoorbranche in januari 2010 aangegeven effectiviteit van ATBVv wijkt af van eerdere data, maar is een redelijk onderbouwde schatting.
2. De effectiviteit van ATBVv is nog niet in de grootschalige praktijk vastgesteld. De huidige effectpercentages bevatten nog de nodige schattingselementen en veronderstellingen, zowel voor reizigerstreinen als goederentreinen.

Aanbevelingen

1. Het verdient aanbeveling onderzoek te doen, mede aan de hand van de opgetreden STS-passages bij de betrokken seinen, om de effectiviteit van ATBVv steviger vast te stellen. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen de effectiviteit ten aanzien van stoppen voor het sein, en stoppen voor het gevaarpunt, zowel voor goederentreinen als reizigerstreinen.
2. Aanbevolen wordt nader onderzoek te doen naar een eventuele verzwarende van het ATB-remcriterium. Daarbij is aandacht voor de operationele aspecten van zo'n verzwarende ook van belang; het betreft een brede afweging die bij voorkeur expliciet wordt gemaakt.

Toelichting: ATBVv is een hulpsysteem voor het verkleinen van één van de lacunes in de beveiliging door ATBEG. Verzwaring van het ATB-remcriterium vergroot de effectiviteit van ATBVv. Bovendien heeft het remcriterium een bredere werking: bij alle seinen en tevens voor de tweede in paragraaf 4.1 genoemde lacune van het ATBEG-systeem. Voor een eventuele verzwaring van het remcriterium komen primair in aanmerking: recent reizigersmaterieel met een licht ingesteld remcriterium en goederentreinen.

5 Het aantal seinen in het ATBVv-project

Aanpak

In dit hoofdstuk zijn de onderstaande vragen uit onze projectopdracht aan de orde:

- *In hoeverre is het wenselijk om, in aanvulling op de huidige criteria die gehanteerd worden in de selectiemethodiek voor de upgrade van ATB naar ATBVv, andere criteria toe te voegen en/of een andere weging te geven aan de gehanteerde criteria? Hierbij moet onder andere onderzocht worden in hoeverre het vervoer van gevaarlijke stoffen en de daaraan gerelateerde risico's, bijvoorbeeld risico's op de nevensporen, op evenwichtige wijze worden beoordeeld.*
- *In hoeverre is het wenselijk om het pakket van circa 1.250²³ seinen dat op dit moment voorzien wordt van ATBVv uit te breiden? Zo ja, op basis van welke criteria moeten deze extra seinen geselecteerd worden en hoeveel extra seinen betreft dit?*

De aanpak van deze vragen is als volgt:

1. Beoordeel de toegepaste **selectiemethodiek** [IVW06] in het licht van de doelstelling;
2. Intermezzo over het Basisnet voor vervoer van gevaarlijke stoffen per spoor;
3. Beoordeel de **risicoscore** [IVW08] om te zien of daarin de voor risico relevante factoren voldoende zijn meegenomen en omdat die de "afrekenmaat" is voor de risicoreductie ;
4. Dan de **haalbaarheid**: Is het beoogde doel haalbaar met de 1.264 afgesproken ATBVv-seinen? Dit is mede te bezien in het licht van opmerkingen (verderop in dit hoofdstuk) over de selectiemethode en de risicoscore, de in het STS-programma gehanteerde risicomat
5. En tenslotte: **Hoeveel** ATBVv-seinen zijn er nodig?

5.1 Selecteren van seinen voor ATBVv (Selectiemethodiek)

Op dit moment omvat het ATBVv-project 1.264 bediende seinen.

Er zijn in Nederland circa 5.150 bediende seinen die in principe in aanmerking kunnen komen voor een extra beveiliging, omdat daar geen ETCS of ATBNG aanwezig is en ook geen (andere) flankbeveiliging²⁴.

Het aanwijzen van de seinen voor ATBVv vindt/vond²⁵ plaats zoals in figuur 5.1 is weergegeven; in bijlage 2 zijn de referenties hiervoor genoemd. Een belangrijke bron is daarbij de Voortgangsrapportage van de Spoorbranche d.d. 31.10.2007. In een bijlage bij die rapportage wordt een specificatie gegeven van de selectie van de eerste 1000 seinen.

23 De 1250 is een benadering van het huidige aantal van 1264 ATBVv-seinen.

24. In totaal zijn er circa 6.000 bediende seinen, waarvan circa 850 zijn gesaneerd, voorzien van ETCS, ATBNG waardoor een STS-passage daar niet/nauwelijks kan voorkomen, of van een vorm van flankbeveiliging die het risico op andere wijze beperkt.

25. Niet alle van de extra 100 recidive seinen zijn in de ons verstrekte informatie al concreet aangewezen.

Selectie criterium / selectiemethode	Aantal seinen
Recidive seinen (eerste en tweede tranche)	193
Aansluiting met aanlegprojecten (hogere snelheden)	59
Overige "100 + punten": passagesnelheid 100 km/u of meer	299
Route gevaarlijke stoffen Noord-Brabant + deels ZH en Limburg	100
Specifieke seinen Gouda en Sloelijn	5
Specifieke seinen voorzien van een (tijdelijk) instelvoorschrift	15
Selectie met de rankingscore van de Spoorbranche	593
Totaal	1.264

Figuur 5.1 De selectiecriteria waarmee de 1.264 seinen zijn/worden bepaald

Uit figuur 5.1 blijkt dat op grond van specifieke redenen circa 670 seinen (1.264 - 593) vooraf zijn bepaald. Dit op verschillende gronden, die hieronder nog nader aan de orde komen.

Voor het aanwijzen van de overige 593 nog te kiezen seinen is in feite de Selectiemethodiek risico van seinen [IVW06] gebruikt die voor de spoorbranche is ontwikkeld door IVW in samenwerking met ProRail²⁶. Daarbij moest worden gekozen uit circa 4.480 kandidaat-seinen (5.150 - 670). Overigens kan de conclusie getrokken worden, dat netto ca. 900 van de 1264 seinen een zodanige score hebben, dat zij waren geselecteerd uit de database zonder toepassing van de specifieke selectiecriteria, zoals genoemd in de tabel en de bron.

De Selectiemethodiek is naar de mening van de onderzoekers een praktisch, doeltreffend en onmisbaar hulpmiddel om de selectie uit te voeren.

De selectie wordt gebaseerd op toekenning van punten aan relevant geachte aspecten. Het doel is hiermee het risico in die score te representeren en daarop seinen te selecteren. Van belang is dan welke risico's hierbij worden meegenomen en hoe de scores op de afzonderlijke onderdelen daarin doorwerken (wat weegt het zwaarst?).

5.1.1 *Selectiemethodiek risico seinen*

De Selectiemethodiek (zie bijlage 7, [IVW06]) hanteert bepaalde criteria bij de seinkeuze. Die criteria zijn:

- Kansaspecten als ATB-type, plaatselijke snelheid, aantal treinen op drukste uur, seinplaatsing en aantal seinen naast elkaar;
- Gevolgaspecten als afstand sein-gevaarpunt, aard gevaarpunt;
- Het aantal keren dat het sein ten onrechte is gepasseerd.

Deze criteria worden als even belangrijk beschouwd (geen expliciete weging). In feite bepalen de mogelijke waarden van de scores per criterium dan wat het zwaarst weegt.

Wat het zwaarst zou *moeten* wegen, hangt helemaal af van de opvatting over "risico" die men hanteert. In hoofdstuk 3 (STS-programma) is dit al aan de orde geweest.

Er is geen objectief juiste opvatting over risico. Daarom is belangrijk dat de gehanteerde invulling van het begrip goed wordt beschreven.

26. De schrijvers/samenstellers van de selectiemethodiek zijn dezelfde als die van de Risicoscore Beoordeling (risicoscore) van opgetreden STS-passages. Ter onderscheid met deze laatste, worden de scores van de selectiemethodiek in het STS-programma *geen* "risicoscore" genoemd. Duidelijk is echter, mede uit de titel, dat de selectiemethodiek risico van seinen, uiteraard beoogt om de meest risicovolle seinen te selecteren. De hamvraag hierbij is/blijft: wat houdt risicovol precies in?

In principe heeft elke (andere) invulling van "risico" gevolgen voor welke seinen belangrijk zijn en of dan de gestelde doelen haalbaar zijn met het vooraf bepaalde aantal seinen.

In feite kan men stellen dat de selectiemethode impliciet de risico-opvatting definieert. Met de gehanteerde risico-opvatting, is het STS-programma met name gericht is op de 'interne veiligheid' of 'spoorwegveiligheid'. Externe veiligheid, de veiligheid voor omwonenden bijvoorbeeld bij vervoer van gevaarlijke stoffen, is als zodanig niet meegenomen.²⁷ In bijlage B6.4 wordt nader ingegaan op de externe veiligheid.

Vastgesteld wordt verder dat minstens 1.164 van de 1.264 seinen al zijn geselecteerd (waarvan 593 met de selectiemethode, zie figuur 5.1) en dat die seinen bij uitkomst van dit rapport, voor bijna 99% zijn gerealiseerd, dus voorzien van ATBVv (zie blz. 12).

Eventuele aanpassing van de selectiemethodiek is dus alleen zinvol voor een toekomstige aanvullende seinselectie, dus bij een ophoging van het aantal seinen dat met ATBVv moet worden uitgevoerd. Daarnaast is een andere beschouwing van de methodiek zinvol uit oogpunt van evaluatie.

5.1.2 **Beschouwing van de selectiemethodiek**

In bijlage 6 is de Selectiemethodiek nader onderzocht en dat heeft de volgende opmerkingen opgeleverd:

1. De methodiek legt veel nadruk op factoren die de (kans op c.q.) frequentie van STS-passages bij een sein lijken te beïnvloeden. Dat is belangrijk, want: geen STS-passage is geen STS-risico. De methode is hier tevens sterk selectief. Dat heeft tot gevolg dat seinen met een lage score voor frequentie niet makkelijk worden geselecteerd, ook al is daar bij een STS-botsing een groot gevolg voorstelbaar (dat is dus minder gunstig als men vooral grote gevolgen wil voorkomen; gunstig als men efficiënt via aantalreductie de risico's wil beperken);
2. De methodiek zelf is (u leest hier een risico-opvatting) optimistisch over het gevolg risico bij intakking op lijnen met hoge snelheid, ook als op die snelle lijn ETCS of ATBNG aanwezig is. Dit punt is echter in belangrijke mate ondervangen, doordat vooraf is bepaald dat de 100+-punten en intakking op (diverse) nieuwe lijnen, van ATBVv worden voorzien (zie figuur 5.1)²⁸;
4. De methodiek houdt weinig rekening met goederenvervoer (telt in de frequentiescores niet erg mee; dat klopt statistisch wel) en geeft geen score voor het mogelijk grote gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen in binnenstedelijk gebied (stationsemplacementen en een aantal goederenemplacementen). Zoals in het volgende hoofdstuk blijkt, is dit risico lager dan het slachtofferrisico van een ernstig ongeval met een/meer reizigerstreinen. Maar met een (verwacht) lage frequentie moet in stationsomgevingen rekening worden gehouden met het denkbaar veel grotere gevolg van een STS-botsing waarbij gevaarlijke stoffen vrijkomen. Dit is bij de voorselectie (zie figuur 5.1) maar voor een klein deel ondervangen, voornamelijk op de Brabantroute. Waarbij overigens los van de selectiemethodiek seinen zijn geselecteerd op basis van het aspect externe veiligheid. Dit onderwerp krijgt meer gewicht, omdat uit oogpunt van externe veiligheid elke stationspassage aan betrekkelijk kritische risiconormen moet voldoen: de Wm (voor goederenrangeerlocaties), de circulaire RNVGS (Risiconormering vervoer gevaarlijke

27 De externe veiligheid kan wel meeprofiteren van maatregelen die primair uit oogpunt van spoorwegveiligheid worden genomen. Seinen krijgen daarmee echter geen andere selectieprioriteit.

28 Goederentreinen rijden doorgaans echter max. 80 km/uur.

- stoffen) [Stcrt2], de normstelling in het kader van het Basisnet en het Btev, het concept-Besluit Transportroutes Externe veiligheid [VW19].
- Paragraaf 5.2 en hoofdstuk 6 gaan nader in op risico en gevaarlijke stoffen;
5. Bijlage 6 geeft meer gedetailleerde opmerkingen bij de rankingscore van de selectiemethodiek. Deze gaan nader in op aspecten (verfijningen) op het gebied van punt 1: de wijze waarop de bijdrage van de kans op een STS-passage wordt ingeschat.

De Selectiemethodiek laat locaties/punten met grotere risico's niet helemaal links liggen. Diverse van de betrokken seinen worden namelijk geselecteerd op basis van een hoge frequentiescore. Het verschilpunt is dat niet alle situaties met een mogelijk groot gevolg van een STS-botsing worden geselecteerd. Daar is objectief beschouwd niets tegen, want: welke risico-opvatting heeft men afgesproken?

Het structureel selecteren/prioriteren van locaties waar een (extra) groot gevolg kan optreden, leidt er automatisch toe dat men locaties waar een STS-ongeval relatief waarschijnlijk is, te weinig gaat meenemen. Behalve uiteraard, wanneer het aantal ATBVv-seinen wordt opgehoogd. Dan kan men de beide doelen in hogere mate bedienen.

Tenslotte:

In STS-passages 2008 [IVW17] blijkt dat de selectiemethodiek (wegens de nadruk op frequentiefactoren) succesvol lijkt: bij circa 48 % van de geselecteerde seinen heeft in de afgelopen 5 jaar een STS-passage plaatsgevonden, een meer dan gemiddeld resultaat.

De daarvan *modelmatig* van ATBVv verwachte reductie in STS-passages, valt echter tegen en bedraagt naar verwachting 21% [IVW17]. Dit is het gevolg van een mogelijk conservatieve inschatting van IVW.

5.1.3 Bevindingen selectiemethodiek

1. In het STS-programma zijn verschillende risico-interpretaties aan de orde. De verschillen tussen die interpretaties en hun gevolgen, zijn niet altijd expliciet gemaakt. Dat leidt mogelijk tot uiteenlopende verwachtingen over de seinen (c.q. de risico's) die met de selectie worden afgedekt;
2. Van de 1.264 seinen zijn intussen minstens 1.164 geoormerkt en die aangewezen seinen zijn bij uitkomst van dit rapport, voor bijna 99% voorzien van ATBVv. Een herziening van de selectiemethodiek heeft alleen zin voor een eventuele aanvullende tranche van ATBVv-seinen;
3. De rankingscore in de selectiemethodiek zelf houdt weinig rekening STS-botsingen die minder waarschijnlijk zijn maar die mogelijk een groot gevolg hebben, zoals bij ongevallen met gevaarlijke stoffen in stedelijk gebied (Basisnet). Een deel van betreffende locaties wordt echter aangepakt doordat in de voorselectie een aantal situaties met prioriteit is aangewezen voor ATBVv (zie figuur 5.1). Maar minstens de helft van deze locaties is niet van ATBVv voorzien. Dat komt doordat de selectiecriteria zijn gericht op de interne veiligheid en niet tevens op externe veiligheid.
4. Voor toekomstig gebruik zou de selectiemethodiek moeten worden uitgebreid met seinen waarbij de gevolgen groot kunnen zijn, zoals bij vervoer met gevaarlijke stoffen. De uitvoering hiervan komt in paragraaf 5.2 nader aan de orde. Een mogelijkheid is om de betreffende locaties/seinen categoriaal aan te wijzen (niet via de selectiemethode zelf);

5. De selectie van 1.164 ATBVv-seinen lijkt, terugkijkend over de jaren 2004 - 2008, betrekkelijk succesvol, omdat in die periode 48% ervan een STS-passage had. Er is echter geen duidelijk beeld van wat dit voor de reductie van STS-passages en STS-risico betekent (tegenstrijdige indicaties).

5.2 Het belang van ATBVv voor het Basisnet

Ook bij de plannen van het Rijk voor het Basisnet voor spoorvervoer van gevaarlijke stoffen, is ATBVv van belang.

Daarvoor zijn diverse maatregelen geïntroduceerd om de risico's te verlagen; zoals afspraken over de treinsamenstelling, zodat een zogenaemde warme BLEVE²⁹ zoveel mogelijk wordt voorkomen, door andere routekeuzes (o.a. over de Betuweroute) en door invoering van ATBVv op binnenstedelijke passages van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor.

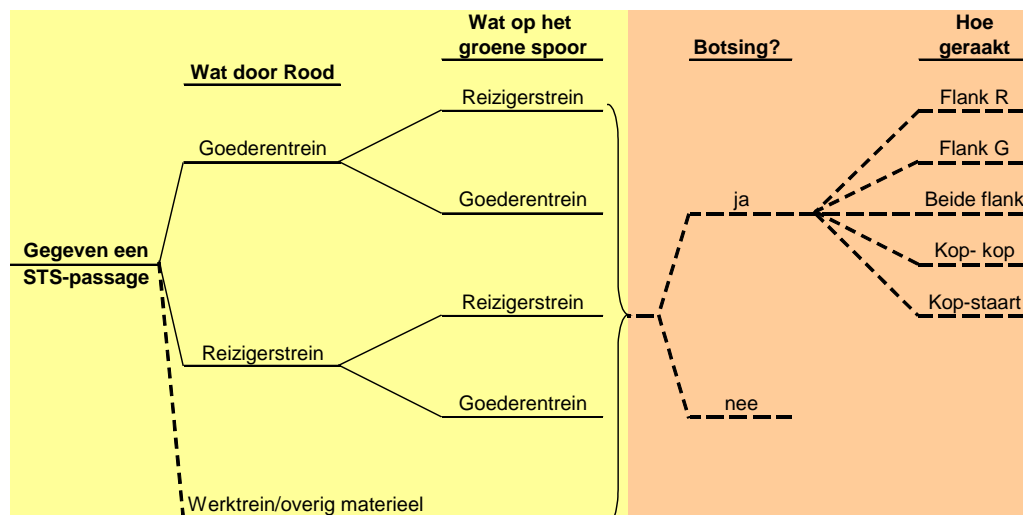
De invloed van ATBVv is meegenomen in de risicoberekeningen voor het Basisnet door te veronderstellen dat ATBVv de invloed compenseert van complexe binnenstedelijke passages met veel wisselcomplexen en mogelijk conflicterende trein/rangeerbewegingen, leidend tot een verhoogde kans op een botsing.

ATBVv beperkt de kans op een botsing met een trein met gevaarlijke stoffen (op de effectiviteit hiervan wordt hieronder nader ingegaan, zie ook paragraaf 4.4). Door de lagere botsingskans, neemt de kans op het vrijkomen van gevaarlijke stoffen af, en daarmee het risico.

Het belang van ATBVv in het Basisnet is evident.

Maar hoe spoort dit met de relatief lagere effectiviteit (zie paragraaf 4.4) van ATBVv voor goederentreinen en dus voor treinen met gevaarlijke stof?

Wordt de bij het Basisnet ingecalculerde risicowinst van ATBVv in de praktijk wel waar gemaakt, gezien het beperktere effect van ATBVv op goederentreinen?



Figuur 5.2 Kansenboom voor STS-botsingen: wat raakt wat en waar?

Hiervoor moet gekeken worden naar de wijze waarop STS-passages ontstaan en op welke wijze goederentreinen met gevaarlijke stoffen bij een STS-botsing betrokken kunnen zijn:

29. Voorkomen van een BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) door opwarming vanuit een brand door lekkende brandbare vloeistoffen uit naburige tankwagens in een samengestelde goederentrein.

1. Goederentreinen met gevaarlijke stoffen worden doorgaans ingelegd/gepland op hoofdrijwegen (HRW'n). Dit zijn voorrangsroutes en een eventuele STS-passage zal daardoor meestal ontstaan op de toeleidende "groene" rijwegen (TLR'n) naar de HRW;
2. Daarom moeten seinen op de TLR naar de HRW voor goederentreinen (met gevaarlijke stof) voorzien worden van ATBVv. Dat betekent niet dat er geen STS-passage en botsing kan plaatsvinden, maar de kans op zo'n incident is klein,
 - a. doordat de effectiviteit van ATBVv voor reizigerstreinen relatief hoog is;
 - b. doordat de kans op een botsing tussen twee goederentreinen relatief laag is vanwege het geringe aandeel van goederenvervoer in het totale spoorvervoer (al kan dat plaatselijk nogal verschillen).

Voor het selecteren van seinen die in het Basisnet moeten worden voorzien van ATBVv wordt geadviseerd te werken aan de hand van bovenstaande regels (zie punt 1 en 2). Deze regels zijn niet 100% dekkend, maar dekken in hoge mate aanrijdingen af tussen een goederentrein (met gevaarlijke stof) en een reizigerstrein, aangenomen dat een STS-passage door een reizigerstrein (zonder ATBVv) het meest waarschijnlijk is.

De in het algemeen beperkte kans dat twee goederentreinen botsen (een realistische kans, zoals het ongeval in Barendrecht aantoonde) wordt met ATBVv maar in beperkte mate verkleind (zie paragraaf 4.4 voor de effectiviteit). Verder moet bedacht worden dat in bijsturingssituaties (bij verstoring van de dienstregeling of anderszins) afwijkende en soms meer risicovolle situaties kunnen ontstaan, maar dat is niet de normale situatie. Wel verdient het aanbeveling om nader te borgen dat goederenvervoer hoofdzakelijk verloopt op de onder punt 1 en 2 genoemde rijwegen (anders vermindert het nut van de investering in ATBVv op de genoemde TLR-locaties).

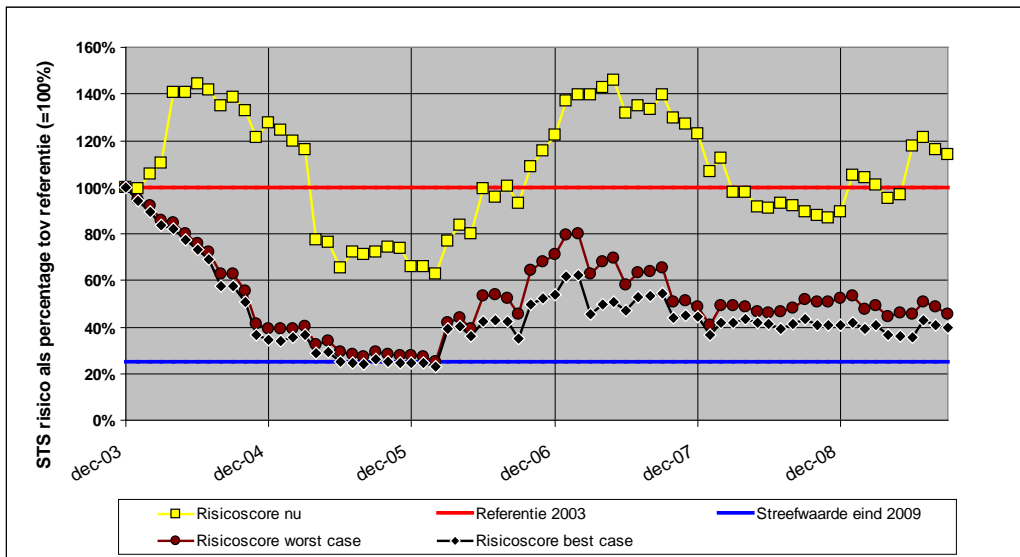
5.3 De risicoscore van STS-passages

De Inspectie Verkeer en Waterstaat analyseert opgetreden STS-passages en heeft een score samengesteld die het risico daarvan weergeeft. De gehanteerde methode is beschreven in "Risico Beoordeling STS-seinen" [IVW08] en heeft als subtitel: Methode voor de beoordeling van het risico van een STS-passage. De methode is ontleend aan een door de RSSB (Verenigd Koninkrijk) ontwikkelde methode [ADL1] en aangepast aan de Nederlandse situatie. Die vertaalslag van de methode is getoetst/geaudit [Lloyds1, zie ook bijlage 7].

Elke (niet-technische) STS-passage wordt met die methode achteraf op risico bekeken en krijgt, afhankelijk van de precieze omstandigheden, een score tussen 0 en 28. De stap tussen twee opeenvolgende risicoscores levert een twee keer zo groot risico (score 20 is een risico dat twee keer zo groot is als dat van score 19 en 4 keer zo groot als van score 18, etc.).

De scores van de opgetreden STS-passages worden op basis daarvan per maand bij elkaar opgeteld. Omdat hetzelfde is gedaan voor het jaar 2003, kan daarmee worden vergeleken en in beeld worden gebracht hoe het risico van het afgelopen jaar, zich verhoudt tot dat van 2003, het referentiejaar van de doelstelling.

Vast staat dat de risicoscore van STS-passages het geaccepteerde meetinstrument is voor het risico van opgetreden STS-passages en mede wordt gebruikt om de effectiviteit van het STS-programma te meten. Voorafgaand aan de fysieke invoering van ATBVv wordt daarmee ook het effect van ATBVv op de risicoreductie beoordeeld/ingeschat met enige modelmatige aannamen [IVW11 en 15].



Figuur 5.3 Verloop van de risicoscore van STS-passages van 2003 tot oktober 2009³⁰

Gele lijn: geregistreerde score van in totaal circa 1.140 STS-passages;
Andere lijnen: voorlopige modelmatige inschatting van het effect van ATBVv op de gele lijn, bij 1.164 ATBVv-seinen.

Figuur 5.3 [bron IVW14, *database*] schetst het verloop van de risicoscore volgens de genoemde methodiek. Daarbij dient nog wel een kanttekening te worden geplaatst.

Het voorspellingsmodel voor het ATBVv-effect in de risicoscore, vermindert die score van een STS-passage bij een sein dat voorzien *wordt* van ATBVv, met maximaal 5 punten. In de systematiek van de risicoscore betekent dat een verlaging van het risico met een factor 2⁵. Dat is een factor 32 of een factor 16, 8, etc., wanneer de aftrek kleiner is.

Impliciet wordt daarmee aan ATBVv een effectiviteit³¹ toegekend van respectievelijk 97%, 94%, 88%, 75% of 50%, bij respectievelijk een aftrek van 5, 4, 3, 2 of 1 punt.

Bij een aftrek van 3 punten leidt dat al tot een *verrekende* ATBVv-effectiviteit van 88%. Dit is aanzienlijk hoger is dan de effectiviteit van 79% die door ProRail is aangereikt [Movares6], zie ook bijlage 9. In de risicoscore is dus een optimistische effectiviteit voor ATBVv ingeschat. Dit betreft overigens alleen het schattingsmodel voor ATBVv in de risicoscore. Dat schattingsmodel is tot circa 2010 nodig, omdat ATBVv van 2003 tot 2009 niet/nauwelijks werkelijk in de treinen en seinen aanwezig is/was.

Het hierboven genoemde verschil tussen 79% en 88% (of meer), lijkt beperkt maar is dat niet. Bij een gemiddelde effectiviteit van 79% hoort in de score-systematiek een aftrek van slechts 2 punten voor ATBVv, in plaats van 5 in gevallen waar de trein bij de feitelijke STS-passage nog het gevaarpunt bereikte (zonder feitelijk aanwezige ATBVv).

Het bovenstaande houdt in dat de curve voor ATBVv in figuur 5.3 *hoger* zou moeten liggen en dat het risico dus waarschijnlijk niet tot 41% reduceert.

Overigens komt de gerapporteerde 41% qua risicoreductie overeen met een factor $100/41 = 2,5$. Dit wijkt significant af van de doelstelling van 25%; daarvoor is een factor 4 noodzakelijk.

30. Deze grafiek is samengesteld door en op basis van informatie van de IVW. De gegevens van 2009 zijn nog voorlopig; het vierde kwartaal ontbreekt hier nog. Soortgelijke grafieken komen voor in "STS-passages 2008" [IVW17] en eerder. Opgemerkt wordt dat de methode voor het optellen van STS-scores tot maand- en jaarscores m.i.v. 2009 is aangepast/verbeterd. Daardoor komen de cijfers niet precies overeen met [IVW15 en 17].

31 Effectiviteit ten aanzien van het bereiken van het gevaarpunt.

Een nadere beschouwing van de risicoscore nodig, want:

- a. De risicoscore wordt mede gebruikt om het STS-programma te evalueren;
- b. In de risicoscore wordt in feite een andere definitie en kwantificering van "risico" gehanteerd dan in de selectiemethodiek die in de vorige paragraaf aan de orde was.

5.3.1 *De risicoscore en de selectiemethodiek*

De risicoscore van STS-passages (hier verder de risicoscore genoemd) en de score van de selectiemethodiek (hier verder: de selectiescore) vertonen zekere overeenkomsten:

1. Beide maken gebruik van een optelling van deelscores op de gehanteerde beoordelingspunten;
2. Geen van beide is in feite een echte "Kans x Effect"-benadering.

De risicoscore kijkt uitsluitend naar feitelijk opgetreden STS-passages en maakt een prognose van wat daar had kunnen gebeuren voor inzittenden van de trein(en), op overwegen, voor baanwerkers, bij ontsparingen

Dit betekent wel dat de risicoscore van een bepaalde maand of een jaar geen uitspraak doet over het risico bij de andere seinen waar (in die periode) geen STS heeft plaats gevonden.

De risicoscore kijkt op een realistische wijze terug (feitelijke/historische STS-passages) en zegt niets over het risico dat op alle andere seinen aanwezig is, maar dat zich in die periode (gelukkig) niet heeft gerealiseerd.

Dus: de risicoscore van een bepaald jaar is een beperkte "steekproef" uit het risico van het totale bestand aan bediende seinen en ziet het risico bij de meerderheid van die seinen niet³². Dit verklaart ook dat/waarom de risicoscore vrij sterk varieert.

De belangrijkste inhoudelijke verschillen tussen de risicoscore van STS-passages en de risicoscore van de selectiemethodiek zijn verder:

- a. De beide scores gebruiken een verschillende kwantificering van het risico en deels verschillende criteria. Ze hebben daardoor niet hetzelfde risico in beeld;
- b. De risicoscore is een prognose die wordt afgeleid uit het feitelijke stoppunt van de STS-trein; de selectiescore leidt het risico af uit de afstand tussen sein en gevaarpunt, de snelheid op het andere spoor en de aard van het gevaarpunt;
- c. De selectiescore heeft meer scoringspunten bij de beschrijving van de seinsituatie; de risicoscore heeft meer beoordelingspunten (deelscores) voor de beschrijving van het mogelijke gevolg. Dat is logisch, want de risicoscore wordt toegepast op feitelijke STS-passages³³;
- d. De risicoscore bekijkt een breder pallet aan mogelijke gevolgen (ontsporing, treinbotsing, overwegbotsing, botsing met baanwerkers e.a.);
- e. De risicoscore houdt duidelijk sterker rekening (dan de selectiescore) met mogelijke grote ongevallen en is in dat opzicht meer "risicobewust". Mogelijke gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stof in stedelijk gebied worden generiek meegenomen.

32. Terugkijkend over meer jaren is de steekproef groter en ontstaat een representatiever beeld, maar een lange periode is nodig voor een compleet beeld. Het grote voordeel van de methode is dat hij op basis van metingen (feitelijke gebeurtenissen) werkt en dan kijkt wat er onder die omstandigheden had kunnen gebeuren.

33. De IVW onderzoekt uitgebreid de aanleidinggevende oorzaken, maar die worden in de risicoscore niet verwerkt.

5.3.2 **De risicoscore als toetssteen voor het ATBVv- en STS-programma**

De voortgang op de weg naar reductie van het aantal STS-passages en het daaraan verbonden risico (reductie respectievelijk 50% en 75%) is de afgelopen jaren regelmatig onderwerp van beschouwingen geweest [zie bijlage 2].

De voortgang in termen van resultaat wordt jaarlijks achteraf gemonitord vooral via de uitgaven "STS-passages 2007" e.v. [IVW15].

Een overtuigende daling in aantal STS-passages was zeker tot en met 2007 niet in beeld. Dat kon op dat moment ook alleen maar via het machinistenprogramma (zie ook het slot van par. 3.2.2 over dit onderwerp).

Immers: de belangrijkste bijdrage wordt verwacht van het ATBVv-project, dat tot 2009 niet/nauwelijks in seinen en treinen was geïnstalleerd. Vanaf medio 2009 zou het effect van ATBVv meetbaar/zichtbaar moeten worden. Op de jaargrens 2009-2010 was ATBVv op bijna 99% van de 1.164 seinen en in 75% van de treinen aanwezig.

Het jaar 2010 wordt dus het eerste oogstjaar voor het effect van ATBVv.

Tot heden echter kon de IVW enkel op basis van een model een *verwachting* afgeven van het ATBVv-effect, zie "STS-passages 2007" e.v. (en waarschijnlijk ook -2009).

Dit model is in de vorige paragraaf besproken. Voor het in beeld gebrachte ATBVv-effect gaat het daar dus om een *verwachting*.

In 2010 moet het feitelijke effect zichtbaar worden, en dan wordt de modelmatige schatting van het ATBVv-effect overbodig. Het aantal STS-passages en de risicoscore zullen de uitkomst laten zien (inclusief alle daarin optredende variatie van de praktijk). Men mag verwachten dat rond het einde van 2010 in de praktijk een afname van zowel aantal STS-passages als van het risico kan worden gemeten.

5.4 **Haalbaarheid van de doelstelling met ATBVv-seinen**

In deze paragraaf zijn de volgende onderzoeksvragen aan de orde:

- Zijn de doelstellingen van het STS-programma haalbaar met 1.264 ATBVv-seinen (in combinatie met de overige delen van het programma)?;
- Voorzover dat niet het geval is: Hoeveel ATBVv-seinen zijn er dan voor nodig?

5.4.1 **Verkenning**

In een eerste verkenning van de problematiek ontstond bij de onderzoekers het vermoeden dat het huidige STS-programma zijn doelstellingen, afgezien van het peiljaar, niet zal halen (zie ook hoofdstuk 3.2).

De voornaamste indicaties daarvoor waren:

1. Het beeld van STS-passages en risicoscore in de publicaties "STS-passages 2007" e.v.;
2. De begrensde effectiviteit van ATBVv. ATBVv voorkomt niet 100% van de STS-passages bij een sein, maar circa 80% voor reizigerstreinen en indicatief 50% voor (niet-lege) goederentreinen, zie figuur 4.3;
3. Een omvangrijk aantal overige actiepunten in het STS-programma, waarvan een beperkt aantal feitelijk tot volle uitvoering kwam (zie hoofdstuk 3);
4. De daling van het aantal STS-passages in 2008 vs. 2003 bedraagt ca. 10%.

5. *Initiële* berekeningen (schattingen) van het aantal ATBVv-seinen dat nodig zou zijn om daarmee de doelstelling te halen³⁴. Daaruit komt naar voren dat de doelstelling met het huidige aantal ATBVv-seinen (1.000, c.q. 1.164 stuks) enkel haalbaar zou zijn wanneer het aantal recidive seinen wezenlijk hoger is dan nu of een markante stijging zou vertonen (en wanneer juist die seinen voor ATBVv geselecteerd zouden zijn);
6. De rapportages van de spoorbranche over de voortgang van het programma;
7. Een globaal rekenvoorbeeld over het effect van 100 extra ATBVv-seinen (zoals besproken/toegezegd in september 2009 [Tk43]):

Met 1164 seinen is een risicoreductie tot 41% mogelijk (= 59% reductie), zo blijkt uit de risicoscore van de IVW³⁵, zie figuur 5.3 uit de vorige paragraaf.

Is dan met 100 extra seinen een risicoreductie haalbaar tot 25% (= 75% reductie)?

In dat geval zouden die 100 seinen een risicobijdrage van $(41\% - 25\%) \times 1,06 = 17\%$ hebben.

Dat is niet waarschijnlijk, want dan zouden bij de selectie van de 1164 seinen, de grootste risico's zijn gemist. Immers: 17% over 100 seinen, is gemiddeld 0,17% per sein.

De groep van 1164 seinen "verzorgt" 59%, gemiddeld slechts 0,05% per sein.

Dit voorbeeld wordt duidelijk dat meer, waarschijnlijk veel meer dan 1164+100 ATBVv-seinen nodig zullen zijn om een risicoreductie van 75% te bereiken.

De uiteindelijke berekeningen van het aantal benodigde ATBVv-seinen, in §5.4.3 en bijlage 9, waarin ook de andere onderdelen van het STS-programma zijn meegenomen, bevestigen het zojuist geschetste beeld van de haalbaarheid.

5.4.2 **Schattingsmethode voor het benodigde aantal ATBVv-seinen**

In het STS-programma was het aantal seinen vast, zoals besproken in het begin van dit hoofdstuk. Daarvan uitgaande was er geen instrument nodig om dat aantal uit te rekenen. Men schatte het haalbare risicoverloop in zoals in paragraaf 5.3 geschetst.

Vanwege de indicaties dat de doelstellingen van het programma niet gehaald zullen worden, hebben de onderzoekers een eigen model moeten ontwikkelen om het benodigde aantal seinen te kunnen bepalen. Het model houdt ook rekening met grote gevolgen en wijkt dus af van de risicodefinitie in het programma (kans maal effect). Het is denkbaar dat dit laatste element leidt tot een verhoogd aantal ATBVv-seinen. Dit is dan niet primair verwijtbaar aan de spoorbranche.³⁶

Het model is zodanig opgezet dat het een voorspelling (berekende schatting) oplevert van het benodigde aantal ATBVv-seinen, uitgaande van de doelen van het STS-programma, maar met de aangepaste interpretatie van het risicobegrip.

Het hierboven genoemde model is vrij omvangrijk: vele verschijnselen spelen een rol bij het ontstaan en het verloop van STS-passages en vele (toevals)factoren bepalen de afloop van een eventuele botsing. Deze zijn beschouwd en de belangrijkste ervan zijn nader gekwantificeerd, overigens zonder daarbij tot op het niveau van individuele seinen te gaan. Onderzocht is wat (macro gezien) de invloed van de verschillende factoren is.

34. Daarbij uitgaande van de veronderstelling dat de machinistenprogramma een beperkte bijdrage leveren die mogelijk de jaarlijkse groei in treinkilometers ("extra STS-druk") kan compenseren.

35. De risicoscore van de IVW [IVW08] bevat vooralsnog een modelmatige verwachting van het effect van ATBVv.

In dit rekenvoorbeeld gaan we uit van de veronderstelling, dat gemiddeld 6% van het oorspronkelijke risico bij een ATBVv-sein "blijft liggen". Dit verklaart het getal 1,06 dat in dit rekenvoorbeeld wordt gebruikt.

36. De selectiemethodiek gaat uit van een gegeven aantal toe te delen seinen en de risicoscore geeft het maandelijks/jaarlyks risico achteraf een cijfer. Het doel en het middel (ATBVv-seinen en machinistenprogramma) zijn in de beginfase min of meer op basis van inschatting geformuleerd en vervolgens vastgesteld. Dus het aantal benodigde ATBVv-seinen was geen vraagpunt voor het STS-programma, maar een gegeven.

Een en ander heeft geleid tot de in bijlage 9 beschreven modelmatige berekening (een verwachting dus) van het benodigde aantal seinen.

De uitgangspunten van het model zijn:

1. Onder risico wordt hier verstaan (naast het aantal STS-passages op zich): de kans (verwachte frequentie) op ongevallen waar een *tiental doden of meer* te betreuren is. Dit criterium komt overeen met de ondergrens van het groepsrisico dat onder andere in de externe veiligheid wordt gehanteerd;
2. De mate waarin de (kleine) kans op een groot ongeval (zie 1) verschilt tussen "gevaarlijke seinen" en "minder gevaarlijke" seinen. STS-ongevallen met een dergelijke afloop zijn (sinds de toepassing van ATBEG) gelukkig nog niet gebeurd. De kans ervan verschilt per sein en is niet geheel duidelijk. Daarom is (o.a.) hiervoor een gevoeligheidsanalyse gedaan;
3. De referentiesituatie van 2003, waarvan het aantal STS-passages bekend is, maar het risico daarvan niet, en dus berekend moet worden;
4. Het aantal STS-passages over 2007 en 2008 gemiddeld (nog zonder het effect van ATBVv), waarvan volgens dezelfde systematiek eveneens het risico berekend wordt;
5. De verdeling van STS-passages anno 2007/2008 over goederentreinen en reizigerstreinen (nog zonder maatregelen dus);
6. De verwachte effectiviteit van ATBVv, waarvoor de basisgegevens na geruime toetsing (hoor en wederhoor) uit de projectdocumentatie van het ATBVv-project afkomstig zijn. De laatste stand van de verwachte effectiviteit is u al in hoofdstuk 4 gemeld. Het is wel van belang aan te tekenen dat het hier om (weliswaar redelijk goed onderbouwde) schattingen gaat. Binnenkort zal de praktijk uitwijzen of die schattingen kloppen;
7. De autonome groei van het aantal STS-passages (de "STS-druk" zonder maatregelen) door de stijging van het aantal jaarlijkse treinkilometers en door andere autonome factoren, wordt opgevangen door het machinistenprogramma binnen het STS-programma.
Volgens [Nyfer1] heeft het Nederlandse spoorstelsel een zodanige bezettingsgraad, dat de groei in treinkilometers tot een meer dan evenredige toename van de ongevalkans leidt. Bijvoorbeeld 5% meer treinkilometers zou dan (o.a.) tot méér dan 5% extra STS-passages leiden, als daar niets tegen wordt gedaan.
Ook indien de STS-druk recht evenredig met de treinkilometers zou groeien, stelt dat al een substantiële uitdaging aan het machinistenprogramma (zie voorts hoofdstuk 8).

Het in bijlage 9 beschreven model voor schatting van het benodigde aantal ATBVv-seinen, blijkt voor een aantal onderdelen niet al te gevoelig. Dit komt doordat de meeste daarvan ook doorwerken in het berekende risico van 2003, het referentierisico.

Echter voor een aantal andere factoren is het model wel gevoelig.

Paragraaf 5.4.3 komt daar op terug.

5.4.3 Verwachting van het benodigde aantal ATBVv-seinen

De op basis van het bovenstaande, in bijlage 9 berekende schatting van het benodigde aantal ATBVv-seinen, is als volgt:

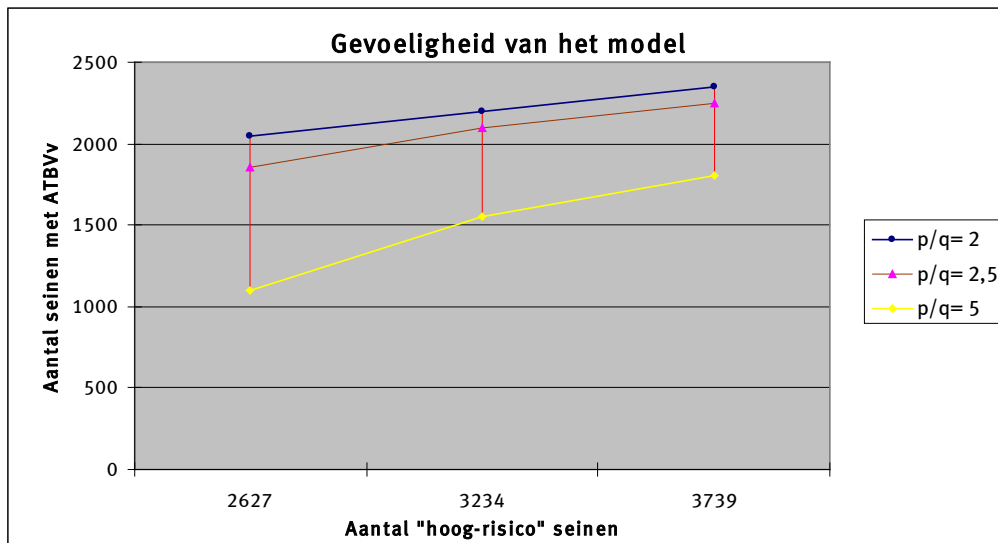
1. Bijna 1.900 seinen met ATBVv zijn nodig om een reductie van 50% in het aantal STS-passages te bereiken;
2. Het benodigde aantal seinen voor de risicoreductie van 75% wordt voornamelijk bepaald door:
 - a. De effectiviteit van ATBVv tegen STS-passages door reizigerstreinen en (niet-lege) goederentreinen;
 - b. Het aantal recidive seinen en de vraag of de groep recidive seinen constant blijft, dan wel verschuift (wat het geval is) (zie de definitie in bijlage 1);
 - c. De verhouding tussen de kans op het bereiken van het gevaarpunt bij hoog- en laag-risicoseinen (resp. p en q);
 - d. Het criterium voor het onderscheid tussen hoog- en laag-risicoseinen dat mede afhangt van de afstand sein - gevaarpunt;
 - e. Of men de selectie van ATBVv-seinen vooral richt op seinen die (naar verwachting) belangrijk zijn voor *het aantal* STS-passages, of (meer) op seinen waar een relatief groot gevolg is te verwachten (ook als de verwachte STS-frequentie daar laag is). Mede omdat in het kader van het Basisnet extra ATBVv-seinen gerealiseerd moeten worden, waar het *mogelijke gevolg* van STS-passages leidend is, verwachten we dat voor een deel seinen geselecteerd zullen moeten worden die minder bijdragen aan het terugdringen van de STS-frequentie. Zie ook onze opmerkingen bij de selectiemethodiek van seinen (§5.1) en over het Basisnet (§5.2). Voor de goede orde: het aantal ATBVv-seinen dat voor het Basisnet nodig zou zijn, is géén input van het schattingsmodel en is er dus niet op voorhand ingestoken.

Het resultaat van het model en de gevoeligheid van de uitkomst voor de onder c en d genoemde factoren, is weergegeven in onderstaande figuur 5.4. Daaruit blijkt:

- A. De doelstelling van 75% risicoreductie wordt met circa 1300 (=1.100 +193) ATBVv-seinen gehaald bij:
 - een hoge waarde voor p en q (nl. 5) en
 - een aantal van 2627 HR-seinen (afstandscriterium respectievelijk 40 en 100 m tot het gevaarpunt voor reizigers- en goederentreinen).

In het licht van de gehanteerde effectiviteitscijfers van ATBVv, zijn dit naar het oordeel van de onderzoekers optimistische veronderstellingen.

- B. Wanneer de verhouding p/q in de ordegrrootte van 2 tot 2,5 ligt, zijn afhankelijk van de afstandcriteria voor HR-seinen, 193 plus 1.850 tot 2.350 seinen nodig om 75% risicoreductie te halen. Dan gaat het in totaal dus om circa 2040 tot 2540 ATBVv-seinen; naar verwachting dus circa 2290 seinen.



Figuur 5.4 Benodigd aantal ATBVV-seinen voor een risicoreductie van 75% als functie van het aantal hoog-risicoseinen en de kans op het bereiken van het gevaarpunt na STS-passage (exclusief 193 recidive seinen)

Op basis van de analyse achten de onderzoekers de uitkomst onder B het meest waarschijnlijk.

Dat houdt in dat er ten opzichte van de geplande 1.264 ATBVV-seinen, naar verwachting circa 1030 (=2.290 - 1.264) extra seinen nodig zijn.

Wel resteert nog een kanttekening.

Het (risico)model van de onderzoekers in bijlage 9 houdt rekening met twee soorten effectiviteit van ATBVV, namelijk die voor het voorkomen van een STS-passage (E1) en het bereiken van het gevaarpunt na STS-passage (E2).

Een derde factor (E3) is de mate waarin ATBVV de heftigheid van een botsing beperkt, door afremming van de STS-trein. Het netto-effect wordt mede bepaald door het botsscenario.

De risicomethodiek van IVW [IVW08, tabel 6] onderscheidt de volgende scenario's:

- kop-kop of flankaanrijding in tegengestelde richting;
- kop-staart of flankaanrijding in dezelfde richting;
- kop-staart;
- stootjuk of veiligheidskop.

Met het oog op eventueel grote gevolgen is het eerste scenario het belangrijkste: bij een snelheid van 100 km/u voor de "groene" trein en 40 km/u voor de STS-trein, is er een snelheidsverschil van 140 km/u. Stel ter indicatie dat ATBVV de snelheid van de STS-trein halveert, dan leidt dat tot een snelheidsverschil van 120 km/u, circa 15% minder. Bij een kwadratische invloed op de heftigheid van de botsing, betekent dat een impactreductie van hoogstens 30%. Er is echter nog geen goede onderbouwing voor de kwantitatieve invloed in het totaalbeeld. Het is naar de mening van de onderzoekers onduidelijk hoe de snelheidsreductie precies doorwerkt. De mogelijke invloed op het benodigde aantal seinen is een fractie van de procentuele verandering in de snelheid. Wel is evident dat dit aspect kan zorgen voor enige verlaging van het benodigde aantal ATBVV-seinen.

Samenvattend

De onderzoekers verwachten dat er circa 1030 extra ATBVV-seinen nodig zullen zijn om de risicoreductie van 75% te bereiken. Het betreft een redelijk onderbouwde verwachting, maar geen zekerheid.

Opgemerkt is dat aan het einde van 2010 reeds de eerste praktijkwaarneming beschikbaar is. Die geeft nadere aanwijzingen of onze verwachting klopt, dan wel of de oorspronkelijke verwachting van het STS-programma dichter bij de waarheid ligt.

Advies

Aanbevolen wordt de uitvoering van het programma voor de extra seinen niet meteen te starten, maar tenminste 2010 geheel af te wachten.

Aanbevolen wordt verder om een deel ervan in te zetten voor het Basisnet en vervolgens het resterende deel af te stemmen op de praktijkervaringen over 2010. Bijvoorbeeld:

- meer recidive of subrecidive seinen aanpakken;
- afhankelijk van het risicoaspect waarop men accent wil leggen, categoriaal groepen seinen aan te pakken waar bij een STS-passage een groot gevolg denkbaar is.

In de volgende paragraaf worden nadere voorstellen gedaan voor de inzet van het eventuele extra contingent aan ATBVv-seinen.

5.5 Selectiecriteria voor extra ATBVv-seinen

Blijkens de vorige paragraaf zouden circa 640 extra ATBVv-seinen nodig zijn voor de beoogde aantalreductie, en 1030 voor de beoogde risicoreductie.

Van belang daarbij is op basis van welke criteria geselecteerd zouden moeten worden.

De criteria voor de aantalreductie zullen verschillen van de criteria voor risicoreductie. I Aantalreductie heeft direct te maken met de kans op een STS-passage, zie ook [IVW06]. Bij risicoreductie speelt de definitie van het begrip risico een rol. In de opvatting van de onderzoekers is risico een *combinatie* van kans en gevolg, waarbij aan het potentiële gevolg van een STS-passage een zwaarder gewicht wordt toegekend door dat meer dan evenredig (kwadratisch) mee te laten tellen³⁷.

Wat betekent dit nu voor de selectiecriteria?

Maatgevend voor de **reductie op aantallen** is de kans op een passage en die wordt (mede) bepaald door de volgende criteria:

- Het aantal STS-passages op het sein in het verleden (ongesaneerde recidive seinen)
- Aantal treinen op het drukste uur;
- Seinplaatsing;
- Aantal seinen naast elkaar;
- Niet behorend tot de al geselecteerde groep van 1264.

Deze criteria bepalen ook nu al de selectiescore van [IVW06].

Een preselectie van minstens 640 (1.900-1.264) aanvullende seinen kan hiermee direct worden bepaald, namelijk door in de bestaande database de seinen met een hoge score op de genoemde criteria te kiezen. De reeds geselecteerde 1.264 seinen moeten daarbij uiteraard buiten beschouwing worden gelaten.

Deze groep voorgeselecteerde seinen wordt straks vergeleken (gelegd naast) een preselectie die meer op de gevolgtkant van het risico is gericht.

Voor de selectie van **extra seinen op risicoreductie**, gelden andere overwegingen. Het gaat hier vooral om het voorkomen van een groot ongeval en dan gelden andere criteria:

37 Die benadering wordt ook terug gevonden in de Nederlandse normstelling op het gebied van externe veiligheid (de Wm, Circulaire RNVGS[Stcrt2] en de Wro), waarin een ongeval met 10 keer zo veel slachtoffers alleen acceptabel is als de kans daarop een factor 100 lager wordt. Dit wordt risicoaversie genoemd. Hoofdstuk 6 gaat hierop nader in.

- het aspect van gevaarlijke stoffen (die bij een botsing naast gevolgen voor de reizigers in de andere trein kunnen zorgen voor gevaar in de omgeving als gevolg van vrijkomende gevaarlijke stof);
- de afstand van het sein tot het gevaarpunt;
- het snelheidsverschil tussen botsende treinen, waarvan minstens 1 een reizigerstrein;
- aard van het gevaarpunt, mede gezien de mogelijkheid/aanwezigheid van zogenoemde flankbeveiliging en het te verwachten effect daarvan op het risico.

Een preselectie van minstens 1030 extra seinen voor risicoreductie kan daarmee als volgt worden samengesteld:

Om de realisatie van het Basisnet (BN) mogelijk te maken en ook de invloed van gevaarlijke stoffen (GS) te verdisconteren, wordt de volgende aanpak voorgesteld:

- inventariseer de seinen op de GS-routes van het Basisnet;
- kies alleen de seinen op de TLR (toeleidende rijwegen) en bepaal het aantal in binnenstedelijk gebied; uitgangspunt daarbij is dat GS-treinen (hoofdzakelijk) op de HRW (hoofdrijweg) rijden.

In aanvulling daarop:

- selecteer vervolgens alle seinen niet behorend tot de eerste 1.264 en niet behorend tot de verzameling hierboven met een afstand tot het gevaarpunt van minder dan 400 m (cf. het risicomodel in bijlage 9);
- rangschik die seinen op de selectiescore cf. [IVW06];
- selecteer in analogie met de eerder geselecteerde 100+ seinen de meest relevante 80+ seinen, met het oog op het risico van botsingen met een snelheid van 80+ km/u.

De preselectie van 1030 seinen (risicoreductie) zal een deel omvatten van de preselectie van 640 seinen (risicoreductie). De seinen die in beide preselecties voorkomen zijn daarmee sowieso geselecteerd, samen met de recidive seinen.

De resterende seinen moeten geselecteerd worden uit beide verzamelingen, waarbij de opvatting van risico naar onze mening (maar ook naar de mening van de Spoorbranche) bepalend zou moeten zijn voor de keuze. Wanneer bijvoorbeeld grote gevolgen met gevaarlijke stoffen kunnen optreden, worden de betrokken seinen sowieso geselecteerd. Zo zijn er meer mogelijkheden om de gevolgenkant en frequentiekant de gewenste balans te geven.

5.6 Conclusies

Samenvatting feiten

Selectiemethodiek van seinen

1. Het STS-programma is aangeboden en opgedragen op basis van Risico = Kans maal Effect. Grote ongevallen met een kleine kans worden daarin relatief licht gewogen ten opzichte van hetgeen maatschappelijk geaccepteerd is.

Risicoscore, meetinstrument voor het risico van opgetreden STS-passages

2. De risicoscore is een praktisch en nuttig instrument dat het risico afleidt uit feitelijke omstandigheden (en mogelijke gevolgen) van feitelijk opgetreden STS-passages. De risicoscore kijkt daarbij ook naar mogelijke (grote) gevolgen van STS-botsingen en dekt een groter pallet aan mogelijke gevolgen dan de selectiemethodiek. De risicoscore bevat voornamelijk een schattingsmodel voor het effect van ATBVv.

Het benodigde aantal ATBVv-seinen versus de doelstellingen

3. Vanwege vertraging in de uitrol van ATBVv konden de doelstellingen niet in 2009 worden gehaald. Op 29 september 2009 is besloten om 100 extra recidive seinen aan te pakken in de verwachting dat daarmee de doelstelling van risicoreductie wel nagenoeg zal worden gehaald.

Beoordeling Save/conclusies

Selectiemethodiek van seinen

1. Ongevallen met gevaarlijke stoffen (ongevallen met een kleine kans maar groot effect) worden, indien ze in de selectiemethodiek zouden zijn meegenomen, relatief licht gewogen. Deze beperking in de interpretatie van het risicobegrip wordt niet altijd onderkend door de spoorbranche.

Risicoscore, meetinstrument voor het risico van opgetreden STS-passages

2. Doordat de risicoscore jaarlijks kijkt naar feitelijk opgetreden STS-passages, geeft de uitkomst ervan een betrekkelijk variabel beeld. Doordat men alleen naar feitelijk opgetreden STS-passages kijkt, wordt het risico dat bestaat bij seinen waar (dat jaar) geen STS-passage plaatsvond, niet in de score meegenomen.
3. De onder 2 besproken jaarlijkse monitoring heeft geen voorspellend karakter met betrekking tot het halen van de doelstelling.
4. Met ingang van 2010 zal de risicoscore een goed situatiebeeld gaan geven, omdat dan feitelijk wordt geregistreerd wat er bij (resterende) STS-passages bij ATBVv-seinen gebeurt. Uitgangspunt hierbij is dat het tot 2010 benodigde schattingsmodel voor het ATBVv-effect, buiten werking wordt gesteld.

Het benodigde aantal ATBVv-seinen versus de doelstellingen

5. Verwacht wordt dat met het huidige aantal ATBVv-seinen (1.264) de programmadoelstellingen niet geheel zullen worden gehaald. Dit betreft zowel de aantalreductie als de risicoreductie van STS-passages.
6. Op basis van een voorspellend model is een schatting gemaakt van het aantal ATBVv-seinen waarmee de doelstellingen wel gehaald zouden kunnen worden. Die schatting komt voor de aantalreductie uit op circa 1.900 ATBVv-seinen, dus $(1.900 - 1.264 =)$ circa 640 seinen meer dan voorzien. Voor de reductie van het risico zijn circa 2.290 seinen nodig, dus circa 1030 meer dan voorzien. Eén van de aannamen hierbij is dat de overige maatregelen van het STS-programma nodig en voldoende zijn om de autonome toename op te vangen van de 'STS-druk' die onder andere ontstaat door de gestage groei van het jaarlijkse aantal treinkilometers. Door de afnemende snelheid en daardoor de ernst van een botsing bij een ATBVv-sein, kan het aantal van 1030 seinen mogelijk iets lager worden. Voor nadere kwantificering van de mate hiervan is in dit onderzoek geen valide onderbouwing gevonden.
7. Te voorzien is dat voor het Basisnet een uitbreiding van het aantal ATBVv-seinen nodig is, boven het hiervoor genoemde aantal. Daarbij zorgt met name het toevoegen van ATBVv op toeleidende rijwegen voor een verbetering van de veiligheid.
8. Omdat ATBVv een beperkte ontwerpeffectiviteit heeft en bovendien niet alle bediende seinen van ATBVv worden voorzien, accepteert men impliciet dat STS-ongevallen met kleine of grote gevolgen nog steeds tot de mogelijkheden behoren.

Aanbevelingen

Selectiemethodiek van seinen

1. Voor toekomstig gebruik van de selectiemethodiek verdient het aanbeveling deze uit te breiden met het aspect van gevaarlijke stoffen en kleine kans/grote gevolgen. In het rapport is dit nader geconcretiseerd voor het selecteren van extra seinen.

Risicoscore, meetinstrument voor het risico van opgetreden STS-passages

2. Het verdient aanbeveling de methodiek van de risicoscore te herijken aan de feitelijke invloed van ATBVv op het bereiken van het gevaarpunt.
3. Aansluitend bij de vorige aanbeveling wordt aanbevolen om, mede aan de hand van de praktijkregistraties, nader vast te stellen wat de invloed is van ATBVv op het snelheidsverschil bij een eventuele botsing na een STS-passage.

Het benodigde aantal ATBVv-seinen versus de doelstellingen

4. Aanbevolen wordt de eerder genoemde 640/1030 extra aantal ATBVv-seinen *niet* meteen in uitvoering te nemen, maar tenminste 2010 geheel af te wachten. Met de risicoscore is dan te zien of er werkelijk een beduidend verschil met de geformuleerde doelstellingen resteert. Ook kan dan beter worden afgewogen/ingeschat hoeveel de in hoofdstuk 8 aanbevolen maatregelen ter bevordering van de alertheid van machinisten, kunnen bijdragen aan het halen van de doelstellingen, en dat mogelijk tegen lagere kosten.
5. Bij nieuwe situaties zou eerst moeten worden gekeken of er goede mogelijkheden voor flankbeveiliging zijn (bijvoorbeeld gekoppelde wissels). Vervolgens zou de situatie moeten vallen binnen de (voorgestelde) criteria voor ATBVv om voor ATBVv in aanmerking te komen.
6. In de huidige plannen voor het Basisnet (vervoer van gevaarlijke stoffen per spoor), is een uitbreiding van het aantal ATBVv-seinen nodig. Daarbij levert met name het aanbrenge van ATBVv op toeleidende rijwegen naar de Basisnet-route een verbetering van de veiligheid.

Routes voor vervoer van gevaarlijke stoffen

7. Het verdient aanbeveling om te borgen dat goederenvervoer hoofdzakelijk verloopt via de daarvoor geplande rijroutes over de emplacementen. Dit mede in verband met een zo groot mogelijk nut van de ATBVv bij seinen op de toeleidende rijwegen.

6 Veiligheid van het spoorvervoer in Nederland

Het spoorvervoer in Nederland heeft een relatief hoog niveau qua veiligheid. In de tweede Kadernota wordt als ambitie van de rijksoverheid gesteld: "het streven naar permanente verbetering van de railveiligheid tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten, waarbij (indien mogelijk) kwantitatieve doelen voor risicodragers worden gesteld als mijlpaal naar een nog betere veiligheidssituatie".

Er vallen echter net als bij andere modaliteiten wel slachtoffers.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van:

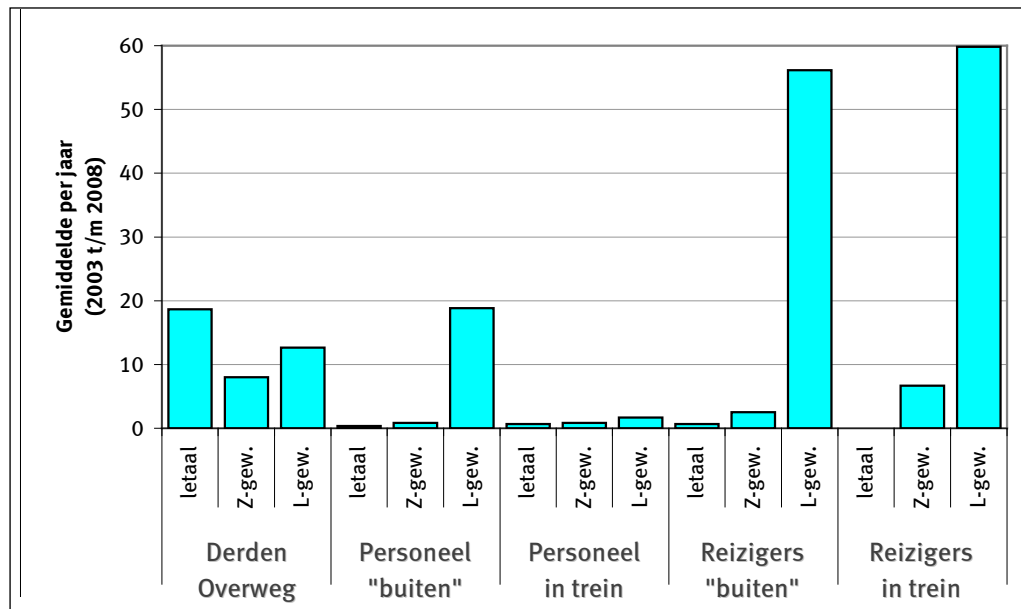
- Ongevallen met letsel of dodelijke slachtoffers;
- STS-passages en het vallen van slachtoffers daarbij;
- Het Risicobeeld van het spoorvervoer;
- De rol van ATBVV en STS-passages op het risico.

Op die wijze wordt de problematiek van STS-passages in een bredere context geplaatst.

6.1 Totaalplaatje van de spoorveiligheid in termen van slachtoffers

De feiten

Figuur 6.1 geeft een overzicht van dodelijke slachtoffers en zwaargewonden bij alle aan het spoor gerelateerde ongevallen (exclusief zelfdodingen) in Nederland. Daarbij is gebruik gemaakt van onderstaande bronnen, waarvan de informatie soms is bewerkt. (Bron: Trendanalyses IVW [IVW03, IVW04, IVW07, IVW09, IVW11, IVW15]).



Figuur 6.1 Overzicht van slachtoffers t.g.v. het spoorvervoer (periode 2003 t/m 2008)

De grootste bijdrage aan dodelijk letsel wordt geleverd door ongevallen op overwegen; het betreft nagenoeg altijd weggebruikers. Ook het aantal zwaargewonden wordt vooral door de overwegen bepaald, zij het dat er gemiddeld gezien ongeveer net zo veel slachtoffers vallen onder treinreizigers. Het aantal lichtgewonden wordt vooral bepaald

door ongevallen van reizigers op het perron en in de trein. In absolute zin is dit het grootste aantal: ca. 55-60³⁸ per jaar.

Maar: Het (beperkte) aantal slachtoffers in het recente verleden, geeft géén compleet beeld van het *risico* van het spoorvervoer: mogelijke grote ongevallen met reizigers- en goederentreinen zijn daarin ondervertegenwoordigd, omdat ze (gelukkig) zeldzaam zijn.

Onderstaand volgt ter illustratie een overzicht van de grootste treinongevallen in Nederland na het ongeval in Harmelen (1962) dat de aanleiding vormde om in Nederland ATB (automatische treinbeïnvloeding) in te voeren. Bron voor dit overzicht: Trendanalyse Spoorveiligheid IVW, Rapport Onderzoeksraad en de website van het Nationaal brandweer Documentatiecentrum en Zwaailichten.org.

Schiedam 1976	24 doden
Rilland-Bath 1988	3 doden
Hoofddorp 1992	33 gewonden en 5 doden
Eindhoven 1992	ruim 50 gewonden, waaronder 5 zwaar
Den Haag 1994	46 gewonden, waaronder 5 zwaar
Roermond 2003	47 gewonden (17 zwaar gewond) en 1 dode
Amsterdam 2004	25 gewonden, waarvan 6 zwaargewond
Roosendaal 2004	45 gewonden, waarvan 1 zwaargewond
Amersfoort 2006	17 gewonden, waarvan 4 zwaargewond
Arnhem 2006	61 gewonden, waarvan 4 zwaargewond
Maastricht 2006	41 gewonden

Dit overzicht betreft alle ongevallen en is dus niet beperkt tot STS-passages, gevolgd door een botsing. Het bovenstaande beeld geeft aan, dat er met enige regelmaat ongevallen gebeuren met vele tientallen slachtoffers. Sinds Schiedam en Hoofddorp hebben zich geen ongevallen voorgedaan met meerdere doden.

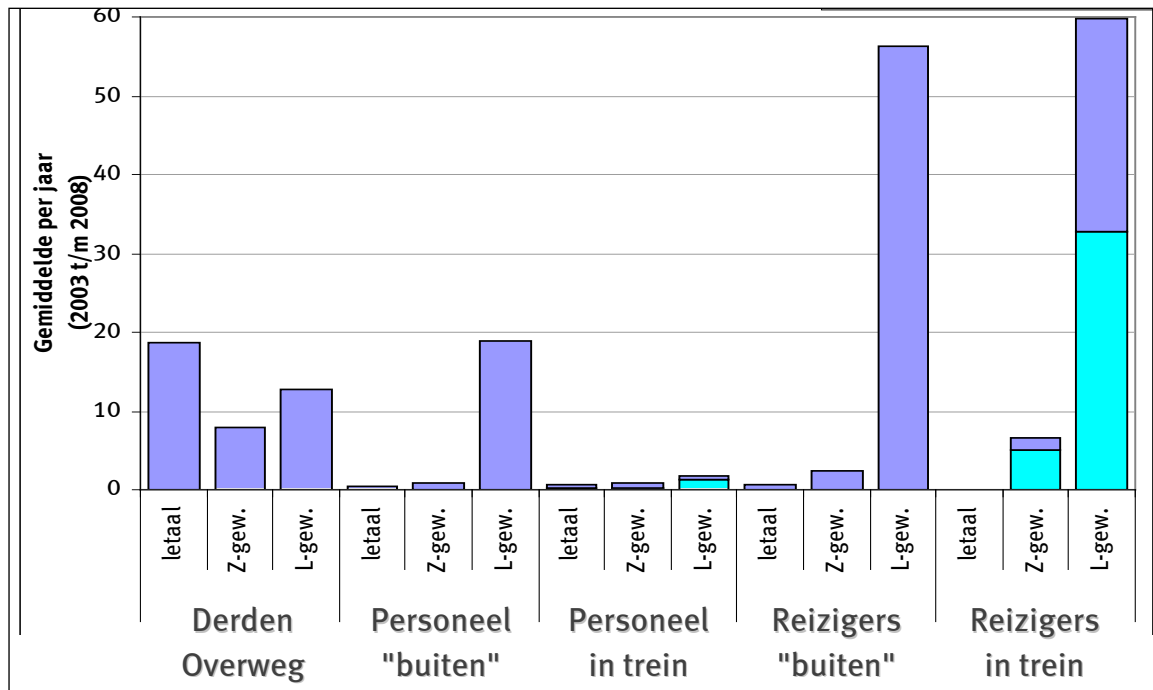
Voor het beeld van de botsingen ten gevolge van STS-passages zie tabel 6.2. In deze tabel staat over de periode 1992- heden het totale overzicht met vermelding van het aantal slachtoffers [memo IVW januari 2010].

38. Daarbij zijn alle gewonden die niet vallen in de trein, opgeteld bij de reizigers buiten.

Datum	Locatie	Beschrijving (kort)	Letsel personeel	Letsel reizigers
31.10.92	Eindhoven	RT tegen stilstaande RT	1 ZG, 2 LG	4 ZG, 44 LG
12.05.93	Amersfoort	Rangeerdeel op stilstaande wagen		
02.06.93	Arnhem	Leeg mat. trein tegen stilstaande RT	1 LG	5 LG
29.09.93	Amersfoort	Rac.trein met auto op overweg		
05.02.94	Den Haag	Lok tegen RT	3 LG	5 ZG, 38 LG
24.07.95	Zutphen	Rangeerdeel tegen stilstaand mat.		
12.12.95	Amsterdam	Leeg mat. tegen leeg mat.		
13.12.95	Almelo	RT tegen stilstaand rangeerdeel	4 LG	5 LG
24.01.96	Kijfhoek	Rangeerdeel tegen rangeerdeel	2 LG	
24.04.96	Geldermalsen	RT tegen GT		
10.04.97	Breda	Rangeerdeel tegen GT		
03.07.97	Leiden	RT tegen GT		
25.07.97	Hoofddorp	Leeg mat. tegen RT		6 LG
19.04.98	Beverwijk	GT tegen stootjuk		
28.05.98	Eindhoven	Lok tegen RT		2 LG
21.10.98	Zwolle	Lok tegen wagen		
03.12.98	Gouda	RT tegen stootjuk		
21.12.98	Amsterdam	RT tegen RT		
28.11.99	Dordrecht	RT tegen RT		1 ZG, 5 LG
06.02.01	Zwolle	Rangeerdeel tegen leeg mat		
21.05.01	Zwolle	RT tegen GT	1 ZG, 1 LG	7 LG
08.06.01	Amsterdam	Leeg mat tegen GT		
13.06.01	Utrecht	RT tegen RT		5 LG
27.11.01	Amsterdam	Leeg mat trein tegen GT		
03.01.02	Groningen	Rangeerdeel tegen RT		
26.06.02	Amersfoort	RT tegen proefrittrein	1 LG	1 LG
16.09.02	Gouda	Rangeerdeel tegen RT		
10.10.02	Utrecht	GT tegen rangeerdeel		
20.03.03	Roermond	RT tegen GT	1 dode, 1 ZG	16 ZG, 30 LG
17.06.03	Utrecht	RT op stilstaand mat		1 LG
02.04.04	Amersfoort	RT tegen rangeerdeel		
21.05.04	Amsterdam	RT tegen lege RT		6 ZG, 19 LG
30.09.04	Roosendaal	RT tegen lok		1 ZG, 44 LG
11.02.05	Rotterdam	RT tegen RT		
05.09.06	Amersfoort	RT tegen RT	3 LG	1 ZG, 13 LG
20.11.06	Rotterdam	Rangeerdeel tegen GT		
21.11.06	Arnhem	GT tegen RT	3 LG	57 LG, 1 ZG
21.12.06	Kijfhoek	Rangeerdeel tegen GT		
12.03.07	Amsterdam	Rangeerdeel tegen RT	1 LG	
16.06.07	Amsterdam	RT tegen RT		
19.09.07	Arnhem	Losse wagen tegen mattrein		
09.10.07	Eindhoven	Rangeerdeel tegen rijtuigen		
18.01.08	Eindhoven	RT tegen stootjuk		
09.04.08	Utrecht	RT tegen RT		
31.05.08	Arnhem	Trein tegen stootjuk		
11.10.08	Utrecht	RT tegen Thalys		
02.11.08	Amersfoort	Lok ?		
06.12.08	Kijfhoek	Trein tegen stilstaand mat.		
29.05.09	Zwolle	GT tegen RT		2 LG
24.09.09	Barendrecht	GT tegen GT	1 dodelijk, 1 ZG	
	Totaal	50 botsingen	2 doden, 4 ZG, 21 LG	35 ZG, 284 LG

Figuur 6.2 STS-ongevallen sinds 1992, met vermelding van aantal doden en gewonden (RT = reizigerstrein; GT = goederentrein; LG= lichtgewond, ZG = zwaargewond;)

Het gaat dus om 50 botsingen in een periode van 18 jaar, met 2 doden en 25 gewonden onder het treinpersoneel en 319 gewonden onder reizigers (geen doden). Wanneer dit gegeven wordt verwerkt in figuur 6.1 ontstaat het onderstaande beeld.



Figuur 6.3 Slachtoffers in het spoorvervoer, met het aandeel t.g.v. STS-passages (periode 2003 t/m 2008)

STS-botsingen dragen bij aan het aantal slachtoffers (licht gewond) onder het personeel op het spoor (al is de absolute bijdrage beperkt). De grootste bijdrage ontstaat bij de reizigers: 50% voor het aantal lichtgewonden en 67% (2/3 deel) voor de zwaargewonden. Er zijn tot heden als gevolg van een STS-passage geen dodelijke slachtoffers onder de reizigers te betreuren.

6.2 STS-passage als precursor van grote treinongevallen

De feiten

STS-passages zijn op zich onwenselijk, maar leiden gelukkig in het overgrote deel van de gevallen niet tot een botsing. In de STS-rapportage van IVW over 2008 wordt aangegeven dat van de 1.212 passages in de periode 2004-2008 in 39% van de gevallen (472) het gevaarpunt is bereikt. In 1% van de gevallen (5 gevallen) wordt cf. de door IVW geschatte ernstcategorie letsel gerapporteerd. Kortom: STS-passages leiden in een zeer beperkt aantal gevallen tot een ernstige botsing met slachtoffers. Het is van belang zo'n situatie te voorkomen, want de slachtofferpotentie van een botsing tussen twee treinen is groot.

STS-passages tonen aan dat op dat moment de beveiliging is doorbroken en de gevaarzone van een mogelijke botsing is bereikt.

De afstand tussen het gepasseerde sein en het echte gevaarpunt is een laatste buffer. Uit "STS-passages 2008" [IVW17] volgt dat het gevaarpunt in circa 40% van de STS-passages wordt bereikt.

Bij de recente botsing in Barendrecht raakte bijna een tank lek³⁹ waarin een gevaarlijke stof werd vervoerd en ontstond bijna een vervolgbotsing met een reizigerstrein.

Bij gemiddeld één STS-passage in minder dan twee dagen en gemiddeld bijna jaarlijks een botsing is het dus goed denkbaar dat zich op enig moment (zeker als men dat bekijkt over een langere periode) het grotere risico zich manifesteert.

6.3 Risicobeeld van het spoorvervoer

Bevindingen

Om het beeld van het risico van STS-botsingen met grote (en kleine) slachtofferaantallen in een bredere context te plaatsen is in dit onderzoek onder andere gewerkt aan een indicatief, maar verantwoord beeld van het risico van treinbotsingen en -ontsporingen. Daarbij is zowel het risico voor inzittenden van de trein (reizigers+personeel) als van omwonenden door een denkbaar ongeval met een goederentrein met gevaarlijke stoffen in beeld gebracht. In onderstaande figuur 6.4 worden 5 curven gepresenteerd. Het betreffen zogeheten FN-curven. Zo'n curve vormt de weergave van het berekende groepsrisico en schetst het verband tussen het aantal dodelijke slachtoffers dat kan vallen in de omgeving (omwonenden, werkenden, etc.) als gevolg van grote ongevallen met gevaarlijke stof en de kans daarop. Die berekeningen worden/zijn uitgevoerd conform de daarvoor in Nederland geldende richtlijnen. Voor de goede orde wordt nog opgemerkt dat op goederenrangeeremplacementen in Europa tot heden geen grote ongevallen hebben plaatsgevonden met dodelijke slachtoffers in de omgeving. Voor de vrije baan (dus doorgaand vervoer) geldt dat in grote lijnen ook, maar er zijn wel grote incidenten geweest; tot vorig jaar echter zonder dodelijke slachtoffers in de omgeving. Het ongeval in Viareggio vormt daarop de uitzondering.

Het betreft de volgende risicocurven in figuur 6.4:

- de onderste curve geldt voor de goederenrangeeremplacementen in Nederland. Dergelijke emplacementen vallen onder de Wm en moeten voor hun vergunning doorgaans een kwantitatieve risicoanalyse overleggen aan het bevoegd gezag. Het risico bestaat daar uit rangeeractiviteiten met wagens/treinen met gevaarlijke stof, die aanleiding kunnen zijn tot botsingen of ontsporingen, gevolgd door het vrijkomen van gevaarlijke stof.
- twee curven voor het doorgaande vervoer van gevaarlijke stoffen door Nederland, zoals voorzien in het Basisnet. Het betreft goederenpassages van een groot aantal binnenstedelijke gebieden (emplacementen), waar zich botsingen of ontsporingen kunnen voordoen;
- twee curven, die het risico van STS-botsingen weergeven, met name afgezet tegen het potentieel aantal dodelijke slachtoffers in een betrokken volle reizigerstrein.

Opgemerkt wordt dat het (met name voor de laatste twee curven) een betrekkelijk ruwe (indicatieve) berekening van het overall risico betreft.

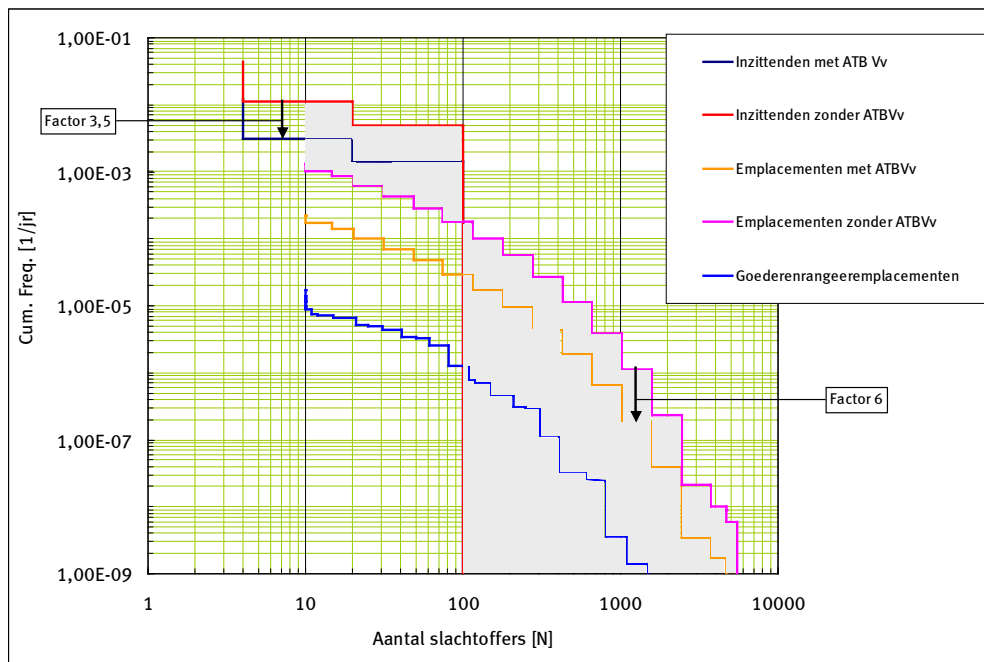
De twee curven voor het Basisnet (met/zonder ATBVv) verschillen ongeveer een factor 5 tot 6 van elkaar. Dat vindt zijn oorzaak in de aanname in het Basisnet dat ATBVv het extra risico, dat verbonden is aan binnenstedelijke passages (met veel wissels en trein/rangeerbewegingen) compenseert (ervan uitgaande dat het vervoer van GS vooral plaatsvindt op hoofdrijwegen, zie eerder in deze rapportage). De curve geldt voor heel

39 Bron: Informatie verstrekt op de CTGG-dag d.d. 27/11/09 door Sabic, eigenaar van die wagens

Nederland, waarbij de berekende groepsrisico's van de binnenstedelijke passages zijn gesommeerd. Het betreft een totale trajectlengte van 50 km.

Voor de curven voor inzittenden van de (reizigers)trein geldt een factor 4, conform de in bijlage 8 geschetste benadering. Daarbij is uitgegaan van het uitrusten van alle seinen op de emplacementen met ATBVv.

De enkele curve voor de goederenrangeeremplacementen is exclusief ATBVv, omdat voorsnog geen plannen bestaan voor introductie van ATBVv op die locaties. Deze curve is samengesteld op basis van de berekende groepsrisico's voor de 10 belangrijkste goederenrangeeremplacementen in Nederland.



Figuur 6.4 Groepsrisico van goederenrangeeremplacementen, emplacementen en inzittenden van reizigerstreinen met en zonder ATBVv. Weergegeven is het mogelijk aantal doden met de bijbehorende kansen (verwachte frequentie)

Voorbeeld uit de figuur: de frequentie, waarmee minstens 100 dodelijke slachtoffers vallen ten gevolge van mogelijke geachte ongevallen op goederenrangeeremplacementen is ongeveer 10^{-6} /jaar (1 keer in de miljoen jaar). Voor het risico van een reizigerstrein geldt bij 10 doden een faalfrequentie van 10^{-2} /jaar (1 keer per 100 jaar) voor de bovenste curve.

Voor de getalsmatige onderbouwing van figuur 6.4, zie bijlage 8.

Evaluatie van de figuur

Bestudering van de figuur leidt tot de onderstaande conclusies:

- Het risico voor inzittenden in een trein ten gevolge van STS-botsingen ligt bij slachtofferaantallen tot ca. 100 hoger dan het externe-veiligheidsrisico van het vervoer van gevaarlijke stoffen (zie het bovenste grijs gekleurde gedeelte van de figuur);
- Het vervoer van gevaarlijke stoffen, zowel doorgaand als over/op emplacementen (Basisnet) levert een hoger risico bij grote slachtofferaantallen (> 100), zie het onderste grijs gekleurde gedeelte van de figuur;

- De invloed van ATBVv leidt zowel voor het interne risico (treininzittenden) als extern tot een verlaging van de frequentie (of kans) met een factor 3 tot 6. Dat geldt niet voor goederenrangeeremplacementen omdat daar (tot heden) geen plannen bestaan voor introductie van ATBVv. Het is wellicht zinvol hier in de toekomst nader aandacht aan te besteden.

Overige opmerkingen

Een kwalitatieve vergelijking van de curven, en afsluitend enkele kanttekeningen:

Intern risico

Het gaat hier om een vergelijking van het STS-risico voor reizigers (intern) met dat van gevaarlijke stoffen (extern).

Is het plausibel dat het interne risico hoger is bij slachtofferaantallen tot ca. 100?

Volgens de onderzoekers is dat het geval. In Nederland, maar ook daarbuiten (België 2010) hebben zich de afgelopen decennia treinongelukken voorgedaan met dodelijke slachtoffers, soms met grote gevolgen (denk aan Harmelen en Schiedam). Het is dus een gegeven dat grote treinongelukken optreden en ook met een redelijke kans.

Dat is niet het geval voor het vervoer van gevaarlijke stoffen (extern risico). De frequentie van incidenten met gevaarlijke stoffen met dodelijke slachtoffers is lager dan de frequentie voor het reizigersvervoer.

In dat opzicht is het verschil in kwalitatieve zin plausibel.

Kanttekeningen

1. De effectiviteit van ATBVv is ingeschat op basis van het besprokene in hoofdstuk 4. Daar wordt duidelijk dat er sprake is van een beperkte effectiviteit.
2. Derhalve wordt hier nog een keer verwezen naar mogelijkheden en de effectiviteit van ATBEG/ATBVv te verhogen door de mogelijkheden te onderzoeken om het remcriterium van treinen te verzwaren.
3. Verder wordt gewezen op de mogelijkheid om in nieuwe situaties, de afstand tussen het sein en het gevaarpunt voor nieuwe situaties zo groot mogelijk te maken. Tenslotte mag niet onvermeld blijven dat invoering van ETCS/ERTMS zal zorgen voor een verdere verbetering van de risicosituatie.

6.4 Conclusies

Samenvatting feiten

1. Wanneer spoorveiligheid wordt uitgedrukt in het aantal slachtoffers per jaar (dodelijk en licht-/zwaargewond) dan is de bijdrage aan die categorieën als volgt:
 - dodelijke slachtoffers vallen voornamelijk op overwegen (weggebruikers);
 - zwaargewonden vallen eveneens op overwegen (weggebruikers) en in mindere mate onder inzittenden (reizigers) in de trein;
 - lichtgewonden vallen voornamelijk onder reizigers in of buiten de trein.
2. STS-passages, gevolgd door botsingen dragen voor ca. 50% bij aan het aantal lichtgewonden en voor 2/3 deel aan het aantal zwaargewonden onder reizigers (in of buiten de trein). Er is tot heden geen sprake van doden onder de reizigers.

Beoordeling Save/conclusies

1. Wanneer de in het beleidsterrein externe veiligheid gangbare groepsrisicoberekening ook wordt toegepast op het reizigersvervoer dan is de conclusie dat het reizigersvervoer een hoger groepsrisico levert dan het vervoer van gevaarlijke stoffen (bij slachtofferaantallen tot 100).
2. Introductie van ATBVv zal zorgen voor een verlaging van het groepsrisico voor het reizigersvervoer. Wanneer alle seinen op een emplacement met ATBVv worden uitgerust, zou het gaan om een reductie met max. 70%, ongeveer een factor 3 dus. Hierbij moet bedacht worden dat deze conclusie betrekking heeft op het totale risicobeeld en zich niet beperkt tot het risico van STS-passages. Het gaat bijvoorbeeld ook om ontsporingen, die niet worden 'afgevangen' door ATBVv.

7 Internationale Benchmark

7.1 Inleiding

Ervaringen van andere Europese landen met de STS-problematiek, moeten worden betrokken in dit onderzoek naar de Nederlandse aanpak voor het terugdringen van het aantal STS-passages. De onderzoeksopdracht omvat derhalve de volgende vraag:

- Hoe verhoudt de Nederlandse STS-problematiek zich tot die in andere Europese landen? Voer ter beantwoording van deze vraag een internationale Europese *benchmark* uit naar:
 - de beveiligingssystemen in de ons omringende landen (België, Duitsland, Frankrijk en Verenigd Koninkrijk) en in andere landen die een vergelijkbaar beveiligingssysteem hebben;
 - de omvang van de STS-problematiek (rijden door rood) in de verschillende landen, zowel in absolute omvang als in het aandeel dat deze onderdeel uitmaakt van de algehele spoorveiligheid;
 - de wijze waarop deze in de verschillende landen wordt aangepakt;
 - de positie die Nederland daarbij ten opzichte van de andere Europese landen inneemt (zowel t.a.v. effectiviteit risicoreductie en aantalsreductie als t.a.v. wijze van aanpak);
 - de lessen die Nederland kan trekken uit de aanpak in andere Europese landen.

Dit hoofdstuk behandelt de opzet en de uitkomsten van deze benchmark als volgt:

- de gevolgde aanpak;
- de resultaten;
- de positie van Nederland;
- de lessen/conclusies die kunnen worden getrokken.

7.2 De gevolgde aanpak

Op basis van de contacten met ProRail, het Ministerie van V&W en de IVW zijn organisaties en contactpersonen benaderd in de volgende landen:

Verenigd Koninkrijk (UK), Duitsland, Zwitserland, Frankrijk, België en Italië.

Er is vastgesteld welke organisatie en contactpersoon kon worden benaderd met een verzoek om informatie.

Vervolgens is een questionnaire opgesteld met algemene vragen en specifieke vragen per land. De gehanteerde questionnaires zijn opgenomen in bijlage 5.

De vragen in de questionnaires hadden betrekking op:

1. Het gebruikte beveiligingssysteem per land;
2. Gegevens over het spoornet;
3. Beleid op het gebied van STS-passages;
4. Informatie omtrent het aantal STS-passages (SPAD's in Engelstalige publicaties);
5. Aanlevering van gegevens door de landen aan de ERA (European Railway Agency);
6. Specifieke vragen per land over de data in de ERA-database.

Op basis van de reacties zijn in enkele gevallen nog aanvullende vragen gesteld.

Van de zes benaderde landen hebben er vier gereageerd, te weten: het Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Frankrijk en Zwitserland.

Zie bijlage 5 voor een overzicht van de antwoorden.

7.3 De resultaten

Hieronder volgen de conclusies uit de ontvangen informatie, achtereenvolgens voor de zojuist genoemde zes onderdelen van de vraagstelling.

7.3.1 Beveiligingssystemen

Het Nederlandse beveiligingssysteem, voornamelijk ATBEG, is geschetst in hoofdstuk 4. De vergelijking van het aantal STS-passages in deze benchmark heeft betrekking op een situatie waarin ATBVv nog nagenoeg niet operationeel is.

In kwalitatieve zin is wel vooruit gekeken naar de situatie met ATBVv op een deel van de Nederlandse seinen. In dat kader is relevant dat ATBVv werkt met drie bakens, waarvan de verste (baken 1) zich bevindt op 120 m voor het sein. De ontwerpsnelheid bij bakens 1 is 40 km/u (nominale snelheid).

De afstand tussen sein en gevaarpunt is variabel, zie figuur 4.1 en 4.2.

Vergelijking van Nederland met enige omringende landen:

UK TPWS is in het Engelse spoorwegnet algemeen ingevoerd.

Het systeem lijkt veel op ATBVv, zie ook bijlage 5 voor de werking van TPWS.

De verschillen zitten in het ontwerp van het totale systeem. Allereerst is sprake van een 'overspeed sensor' op 350 m vóór het sein die ervoor zorgt dat bij een snelheid van 120 km/u (75 mph) de trein zal stoppen voor het gevaarpunt, dat standaard ligt op 180 m na het sein. De remafstand bedraagt dus 530 m, uitgaande van maximaal 120 km/u.

Verder maakt men in de UK gebruik van 2 bakens (zie ook de bijlage 5), namelijk een 'overspeed sensor' op 350 m en een 'trainstop sensor' bij het sein.

Uit de onderstaande tabel blijkt dat in de UK sprake is van een grotere bakenafstand en een grotere afstand tot het gevaarpunt, maar ook een fors hogere nominale entreesnelheid die grotere afstanden vergt:

	Nominale entreesnelheid	Afstand [m]	
		vóór het sein	sein - gevaarpunt
UK - TPWS	120 km/uur	350	180
NL, m/z ATBVv	40 km/uur	120 / -	> 0

D In Duitsland is sprake van twee systemen, Indusi/PZB en LZB.

Het LZB-systeem is (redelijk) geavanceerd en werkt met continue bewaking van de remcurve tot 0 km/u. STS-passages worden door dit systeem voorkomen.

Het Indusi/PZB90-systeem is in de jaren 1990/95 ontwikkeld en wordt vrij algemeen toegepast.

Het systeem bevat een zogeheten 'restricted mode', die de snelheid van de trein beperkt tot 25 km/u bij nadering van een rood sein. Dat gebeurt op een afstand van 250 - 150 m voor het sein. Verder is er sprake van een minimum afstand van 200 m tot het gevaarpunt met uitzondering van een aantal aankomst- en vertrekseinen. Echter ook dan bedraagt de afstand nog altijd 50 m.

Uit de onderstaande tabel blijkt dat in Duitsland sprake is van een grotere bakenafstand, een grotere afstand tot het gevaarpunt en tevens van een lagere nominale entreesnelheid:

	Nominale entreesnelheid	Afstand [m]	
		vóór het sein	sein - gevaarpunt
D - Indusi	25 km/uur	150-250	200
NL, m/z ATBVv	40 km/uur	120 / -	> 0

F Het Franse KVB-systeem wordt toegepast op alle conventionele lijnen en treedt in werking bij een snelheid van 30 km/u.

De afstand waarop het systeem in werking treedt hangt af van het traject en de snelheid en is dus variabel.

Verder geldt in Frankrijk een minimale afstand tot het gevaarpunt van 200 m.

CH Zwitserland werkt met een systeem dat vergelijkbaar is met het Duitse systeem.

Over afstanden van bakens en gevaarpunten is geen informatie ontvangen.

Conclusies

Het in Nederland gebruikte beveiligingssysteem ATBEG inclusief ATBVv lijkt in een aantal opzichten sterk op dat van het Verenigd Koninkrijk (UK).

Het Engelse systeem is algemeen ingevoerd; in Nederland *wordt* ATBVv ingevoerd op een deel van de seinen.

Het meest voorkomende Duitse systeem (Indusi/PZB) heeft een grotere effectiviteit dan ATBVv, omdat het zorgt voor een grotere vertraging van de maximum snelheid op een grotere afstand van het sein. Dat geldt ook voor het Zwitserse systeem.

Verder is zowel in de UK als in Duitsland en Frankrijk in principe sprake van een grotere afstand tot het gevaarpunt.

7.3.2 De omvang van de STS-problematiek

Uit de opgave van de betrokken landen en hun gegevens in de ERA-database is figuur 7.1 samengesteld. Daarin wordt de omvang van de STS-problematiek vergeleken voor de jaren 2006 - 2008.

Tabel 7.1 Resultaten van de benchmark: Kwantitatieve vergelijking

Bron: ERMS-database [ERA3] en bijlage 5

	Nederland	United Kingdom	Duitsland	Frankrijk	Zwitserland
Beveiligingssysteem	ATB	TPWS	Undusi/PZB	KVB	Integra/Signum
Afstand bakens - sein	- (zie nootje)	350 m/ 120 km/u	150-250 m / 25 km/u	variabel / 30 km/u	onbekend
Afstand sein - gevaarpunt	50% < 60 m	180 m	200 m	200 m	onbekend
Aantal STS-Confr/dag	ca. 20.000	ca. 60.000	?	?	?
Aantal STS-passages / jr	269	331	744	118	72
Per Mio treinkm	1,95 (5)	0,61 (3)	0,72	0,22 (1)	0,35
Per Mrd reizgerskm	16,3 (5)	6,6 (3)	9	1,4 (1)	?
SPAD-aandeel / Ongevallen	75% (5)	25% (3)	58%	13%	5% (1)
Aantal ongevallen / Mio trkm	2,64 (5)	2,41 (4)	0,89 (1)	1,46	1,45
Aantal doden / Mio trkm	0,14 (2)	0,09 (1)	0,17	0,17	0,12
Aantal gewonden / Mio trkm	0,07 (2)	0,05 (1)	0,15	0,14	0,24

Nootje: Bij ATBVv: 120 m / 40 km/u

Alleen de resultaten van de landen, die gereageerd hebben zijn in figuur 7.1 opgenomen, dus België en Italië blijven hier buiten beschouwing.

De nadruk ligt op een vergelijking met het Verenigd Koninkrijk (UK) en Duitsland. De definitie van een STS-passage in Frankrijk en Zwitserland wijkt namelijk af van de onze.

Uit figuur 7.1 blijkt dat Nederland op een aantal cijfers slechter 'scoort' dan de ons omringende landen, waarbij dus met name het Verenigd Koninkrijk en Duitsland relevant zijn, vooral bij de vergelijking op basis van treinkilometrage.

Echter, het aantal treinkilometers is niet de enige maat voor een vergelijking. Door het aantal treinkilometer per kilometer traject als maat te nemen, kan rekening worden gehouden met de drukte van het net.

Dan ontstaat een wat genuanceerder beeld, waarbij Nederland in vergelijking met de UK nog ca. 20% "slechter" scoort.

Ook het STS-risico per reizigerskilometer is mogelijk interessant en dan scoort Nederland ca. een factor 2 hoger dan de UK en Duitsland.

Wanneer dezelfde database beschouwd wordt op andere indicatoren, zoals het aantal ongevallen en het aantal slachtoffers ontstaat (weer) een ander beeld. Nederland scoort dan na de UK als tweede.

Het aandeel STS-passages ten opzichte van het totaal aantal incidenten en *near misses* ligt voor Nederland hoger dan voor het Verenigd Koninkrijk en Duitsland.

7.3.3 **Aanpak van STS-passages in Europa**

In Nederland worden expliciete doelstellingen gehanteerd voor de reductie van het aantal STS-passages en de risicoreductie (zie doelstelling STS-programma, hoofdstuk 1).

In het Verenigd Koninkrijk liggen de doelstellingen qua STS-passages niet expliciet vast; er is wel een Railway Strategic Safety Plan voor de periode 2009 - 2014.

Dit plan bevat CST's (Common Safety Targets) en er wordt ook gewerkt met NRV's (National Reference Values). Deze rapportage is het gevolg van Europese regelgeving en richtlijnen van de ERA.

De overige landen beschikken nog niet over een beleid. Wel merkt Frankrijk nog op dat het aantal STS-passages (ondanks de beperkte bijdrage en het lage aantal) moet worden teruggedrongen met als motief dat de gevolgen van een STS-passage groot kunnen zijn.

7.4 **Conclusies**

Samenvatting feiten

1. Uit een vergelijking met de ons omringende landen op het gebied van spoorveiligheid in algemene zin en STS-passages/-beleid in het bijzonder, blijkt een genuanceerd beeld op basis van een aantal indicatoren.
2. Het spoorweginfrastructuur in Nederland is voorzien van een beveiligingssysteem met een ontwerpfilosofie, die afwijkt van de ons omringende landen. Dat manifesteert zich met het oog op ATBVv in verschillen qua afstanden tussen bakens en seinen en ook

in afstanden tussen seinen en gevaarpunten, maar eveneens in aan te houden snelheden bij nadering van seinen.

Zo zijn ten opzichte van het Verenigd Koninkrijk (UK) en Duitsland de afstanden kleiner, zowel vóór het sein als erachter. De aan te houden snelheden zijn echter ten opzichte van Engeland ook lager. Het Engelse systeem verschilt overigens ook weer van het Duitse.

3. Nederland kent ten opzichte van het Verenigd Koninkrijk en Duitsland een hoger aantal STS-passages per trein- of reizigerskilometer. Dat verschil bedraagt ongeveer een factor 2 tot 3.
4. Wanneer gekeken wordt naar het aantal ongevallen of slachtoffers per treinkilometer bij STS-passages, dan scoort Nederland beter dan Duitsland en nog iets minder dan Engeland.
5. Naast het Verenigd Koninkrijk beschikt alleen Nederland over een concreet STS-beleid met kwantitatieve doelstellingen.
6. In het Verenigd Koninkrijk zijn alle seinen die een gevaarpunt afdekken voorzien van TPWS (de Engelse versie van ATBVv).

Beoordeling Save/conclusies

1. De oorzaak voor het grotere aantal STS-passages in Nederland versus het Verenigd Koninkrijk en Duitsland, moet primair gezocht worden in de kortere afstanden in Nederland. De betrokken afstanden (baknafstand, afstand sein - gevaarpunt) zijn in de bestaande infrastructuur vastgelegd en derhalve moeilijk te veranderen.
2. Door introductie van ATBVv in Nederland zal het verschil in aantal STS-passages met het Verenigd Koninkrijk en Duitsland naar verwachting kleiner worden.
3. Ervaringen uit het Verenigd Koninkrijk (UK) met het verbeteren van de seinherkenning en "alertheid" worden meegenomen in het volgende hoofdstuk.

Aanbeveling

1. Voor *nieuwe seinsituaties* binnen het beveiligingssysteem ATBEG/ATBVv, wordt aanbevolen te streven naar vergroting van de beschikbare remafstand door een grotere afstand tot het gevaarpunt aan te houden, en nader onderzoek te doen naar de mogelijkheden daartoe.

8 Alertheid van machinisten

In dit hoofdstuk gaat het om aanvullende maatregelen tegen de STS-problematiek, die worden geschaard onder de noemer "alерtheid van machinisten".

De onderzoeksvraag omvat in feite vier onderdelen:

- a. Zijn er mogelijkheden om de alertheid van machinisten te bevorderen;
- b. Zo ja: noem de zinvolle aanvullende maatregelen;
- c. Geef indicaties van de effectiviteit ter voorkoming van STS-passages;
- d. Onderzoek naar de afgeschafte kwiteerfunctie.

8.1 Inleiding

Afgezien van ATBVv en beveiligingssysteemen als ATBNG en ETCS, is de machinist doorgaans de laatste schakel in de keten die leidt tot een STS-passage.

Eerder in de keten zijn de condities bepaald waaronder de machinist zijn werk moet doen. Het gaat dus niet alleen om de (alерtheid van de) machinist.

De volgende paragraaf schetst deze keten in algemene zin, als context voor de beantwoording van de gestelde vragen.

Een STS-passage is voor machinisten een ingrijpende gebeurtenis op zich zelf, ook als er verder geen ongeval op volgt (meer dan 98% van de gevallen).

Voor de machinist tellen technische STS-passages daarbij ook, op de eerste plaats vanwege de schrik en verder omdat niet altijd direct duidelijk is dat het een technisch STS was [ProRail5]. Het aantal technische STS'en benadert langzamerhand het aantal echte STS-passages, zie onder andere figuur 1.1 en de bespreking daarvan in hoofdstuk 1.

Machinisten in Nederland worden thans samen geconfronteerd met zo'n 23.000 stoptonende seinen *per dag*, 8,4 miljoen per jaar [DeltaRail1]. Bij gemiddeld ca. 0,7 echte STS-passage per dag, betekent dat een "foutpercentage" van circa 0,03 promille per confrontatie met een stoptonend sein.

Machinisten die op ATBEG-lijnen rijden (dat is de grote meerderheid) hebben gemiddeld tussen de circa 1 op de 10 à 20 jaar een echte STS (dit volgt uit [IVW17] en indicaties van het aantal machinisten).

De STS-frequentie van de verschillende vervoerders varieert. Dit vertaalt zich in verschillende STS-frequenties van de betrokken groepen machinisten. Het totale gemiddelde belooft ruwweg 1 op de bijna 15 jaar. Dat is op zichzelf beschouwd heel weinig, dus gemiddeld per persoon heel incidenteel een STS-passage.

Men kan zich afvragen of het veel beter kan.

De globale cijfers hierboven geven zelf een ruwe indicatie van het antwoord op die vraag. Zonder daarmee enige uitspraak te doen over oorzaken/verklaringen van verschillen⁴⁰, valt aan de indicatieve cijfers te zien:

Theoretisch zou het aantal jaarlijkse STS-passages met maximaal 25% afnemen wanneer voor alle (groepen) machinisten een gemiddelde STS-frequentie van 1 op

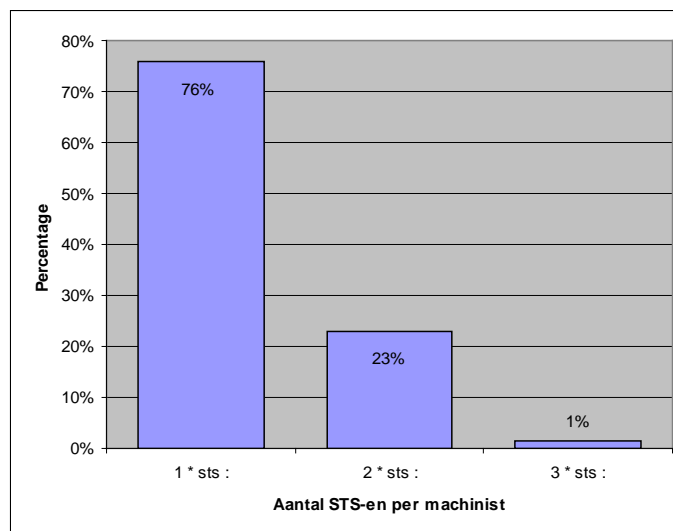
40. Het gaat niet alleen om de machinisten. Theoretisch gezien kan een (deel)verklaring van de verschillen bijvoorbeeld liggen in verschillende karakteristieken van de gebruikte/ingelegde rijwegen, dus een (denkbaar) verschil in de aanleiding tot STS. Bijlage 10 geeft een breder overzicht van factoren betreffende Mens, Techniek en Organisatie (MTO), die doorwerken in het functioneren van machinisten bij STS'en.

20 jaar zou gelden. Dit houdt wel in dat de STS-frequentie voor ruwweg⁴¹ de helft van de machinisten, zodanig zou(den) moeten veranderen dat hun gemiddelde STS-frequentie halveert. Dat is niet gemakkelijk haalbaar, wellicht een limiet, maar gezien de onderlinge verschillen denkbaar.

Er zijn niet veel machinisten die binnen afzienbare tijd meer dan één STS-passage hebben. Na een STS-passage (een echte, als dat snel genoeg duidelijk is) volgt vrijwel steeds een vigilantietest (zie bijlage 1 voor een nadere toelichting).

Aan de hand van testregistraties kan men zich een globaal beeld vormen van de mate waarin machinisten vaker een STS-passage hebben.

Voor de groep machinisten die (minstens één) STS-passage hebben gehad, geeft figuur 8.1 een indicatie van het aantal machinisten dat meer dan één STS-passage had. Opgemerkt wordt dat dit beeld mede beïnvloed wordt door afkeuringen die op basis van vigilantietests plaatsvinden.



Figuur 8.1 Van de groep machinisten die minstens één STS-passage had, heeft ongeveer 24 % binnen afzienbare tijd meer dan één STS-passage
 Bron: Human Company. Een aanzienlijk en gevarieerd deel van de machinisten krijgt hier na STS-passage een vigilantietest. (Er is geen centrale registratie van dit soort informatie)

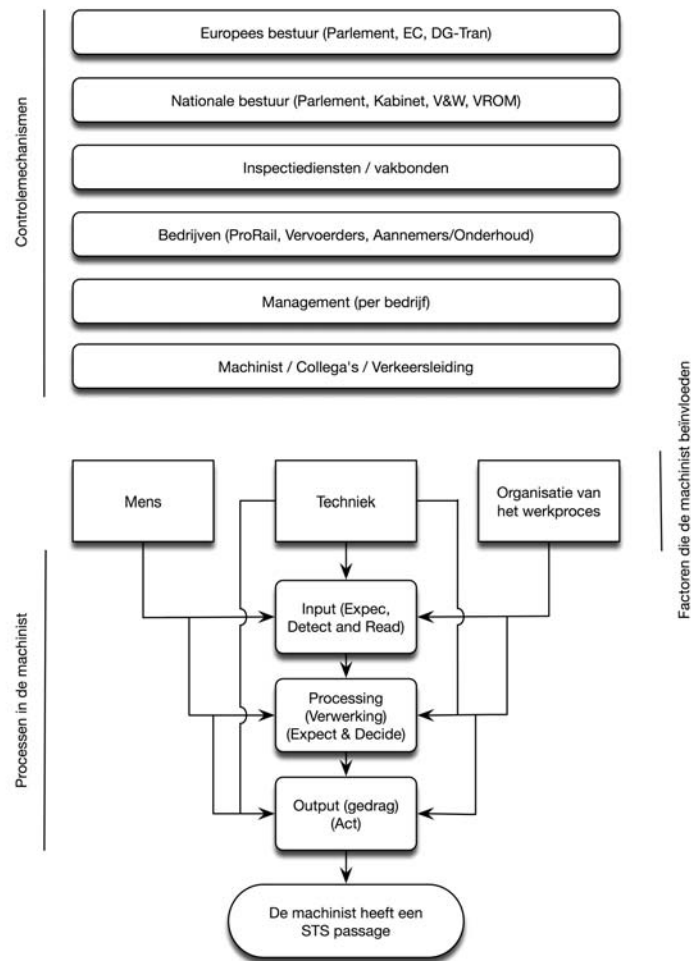
8.2 De ladder van organisatorische invloeden

Figuur 8.2 geeft een beeld van de organisatorische, technische en menselijke invloeden die doorwerken op het informatieverwerkingsproces van de machinist. De figuur is toegespitst op de taak: stoppen voor rood, c.q. het vermijden van STS-passages.

De ladder geeft aan dat de verschillende organisatieniveaus, die de inrichting en het gebruik van het spoorstelsel beïnvloeden, ook de context bepalen waarin STS-passages kunnen ontstaan, c.q. meer of minder waarschijnlijk worden: beveiligingssysteem, seinstelsel, afstand tussen seinen, zichtbaarheid/herkenbaarheid van seinen, planning, gebruik/instelling van rijwegen, dienstregeling, punctualiteiteisen, etc..

In bijlage 10 zijn de geschetste ladder en het gebruikte MTO-model nader toegelicht.

⁴¹ Dit cijfer volgt uit een theoretische bruto berekening, zonder veronderstelling over concrete maatregelen.



Figuur 8.2 Invloeden vanuit de ladder van "controls"⁴² boven het spoorstelsel
Invloeden die inwerken op Mens, Organisatie en Techniek, en die doorwerken
in de mogelijkheid van STS-passages.
(Ladder van Rasmussen [Rasmussen1 / Rasmussen2] in combinatie met MTO-model)

Voor een aantal maatregelen in het kader van bevordering van "alерtheid van machinisten", zullen de voorwaarden moeten worden gecreëerd door bovenliggende niveaus. In de volgende paragraaf worden diverse denkbare maatregelen beschouwd en op een indicatieve wijze geordend naar hun mogelijke invloed op het aantal STS-passages. Daarbij wordt tevens een indicatie gegeven van het niveau van de ladder dat belangrijke invloed kan uitoefenen op het ontstaan van STS-passages.

42. De Ladder van Rasmussen is hier vertaald naar invloeden die inwerken op het functioneren van de machinist met betrekking tot één specifieke taak: het zien, herkennen, interpreteren en zodanig reageren dat een STS-passagе wordt voorkomen (tijdig stoppen voor rood). De ladder is geen weergave van de verhoudingen binnen Europa, geeft geen beeld van de staatsinrichting en is geen organogram. Hij wordt gelezen van boven naar beneden, maar impliceert niet dat alle invloeden (geheel) van trede naar trede worden doorgegeven, laat staan dat (bijvoorbeeld vakbonden) noodzakelijk door een hoger trede zouden worden bestuurd, of een lagere trede zouden besturen. Wel geeft hij een globale ordening van invloeden van boven uit de ladder op de werksituatie van machinisten. Meer specifiek: op zijn/haar informatieverwerkingsproces dat het al dan niet tijdig stoppen voor rood verzorgt. Die invloeden lopen via de mens/machinist zelf, via de techniek en via de wijze waarop de context is georganiseerd.

Het hart van het in figuur 8.2 geschetste model is het informatieverwerkingsproces bij de machinist, midden onderin de figuur. Het betreft: Input (*expectation, detection, reading*), Verwerking (*expectation & decision*) en Output (*het gedrag, de actie*).

8.3 Een lijst met 36 denkbare maatregelen

Op basis van vooral literatuuronderzoek is een lijst samengesteld van denkbare maatregelen om het aantal STS-passages terug te dringen, zie bijlage 11. Het gaat in totaal om 36 generieke maatregelen die in dit onderzoek zijn gerangschikt naar hun mogelijke bijdrage in de Nederlandse situatie.

Een groot deel van de maatregelen in de genoemde lijst is ontleend aan ervaringen in het Verenigd Koninkrijk. Daar is een uitgebreide reeks, deels kwantitatieve studies beschikbaar van de RSSB (Rail Safety & Standards Board). Uiteraard zijn er verschillen tussen het Britse en Nederlandse spoorstelsel. De Britse studies geven wel een indruk van wat er zoal gedaan kan worden en wat daarvan de indicatieve effecten kunnen zijn.

De Britse lijst is door de onderzoekers aangevuld met specifieke maatregelen die aan de orde zijn in de Nederlandse situatie. Ze zijn voor een deel ontleend aan het programma van de Stuurgroep STS (zie paragraaf 3.4).

8.4 Op effectiviteit beoordelen/ordenen van potentiële maatregelen

De hiervoor genoemde 36 maatregelen zijn in dit onderzoek bezien op hun mogelijke relevantie en bijdrage in de Nederlandse situatie.

Binnen dit in tijd en omvang beperkte onderzoek, kon daarvoor slechts een indicatieve benadering worden toegepast. Het gaat niettemin om een systematische aanpak, die zowel praktisch is als *fact-based*, al moest uiteraard gebruik worden gemaakt van inschattingen.

Het is binnen dit bestek zeker niet mogelijk om de effectiviteit van de maatregelen in "harde" percentages uit te drukken. Dat zou ook een strakke definitie/uitwerking van de maatregelopties vergen wat op gespannen voet staat met de generieke aard ervan. Bovendien, effectpercentages zijn in dit werkgebied van nature "zachter" dan in technische systemen (die op zich al complex kunnen zijn, maar in complexiteit ruim worden overtroffen door mens en organisatie).

Bij het op verwachte effectiviteit beoordelen en ordenen van de lijst maatregelen, zijn drie factoren als leidend aangehouden (zie ook bijlage 11):

1. In welke mate wordt de maatregel hier uitvoerbaar geacht?
2. In welke mate wordt de maatregel hier al toegepast?
3. Wat is het potentiële effect van de maatregel op het aantal STS-passages?

Deze drie punten zijn voor elke kandidaat-maatregel beoordeeld op een vijfpuntenschaal: 1 duidt op nihil / laag / weinig en 5 staat voor hoog / veel.

Wezenlijk daarbij is, hoe en door wie die beoordeling heeft plaatsgevonden.

Punt 3, het potentiële effect van maatregelen is in belangrijke mate ontleend aan internationale literatuur, waarbij de genoemde Britse studies veel informatie bevatten. In de literatuur genoemde effectpercentages zijn ingedeeld op de vijfpuntenschaal. Een beperkt aantal maatregelen waarover geen kwantitatieve informatie beschikbaar was, is door de onderzoekers ingedeeld op basis van vergelijking met de andere, waar nodig daarbij gebruik makend van professional judgment.

Ter toetsing/verklaring is kwalitatief gezien hoe de/een maatregel doorwerkt op de stadia van het informatieverwerkingsproces bij de machinist: Input - Verwerking - Output (actie).

Punt 1 en 2 zijn beide ook op een vijfpuntenschaal beoordeeld, en wel primair via een snelle mini-enquête onder een viertal kenners c.q. insiders van de Nederlandse situatie. De betrokkenen zijn door de onderzoekers zelf benaderd (dus uitgekozen) op grond van de indruk dat zij elk een goed en genuanceerd beeld hebben van de spoorwegprocessen. Samen vertegenwoordigen de geënquêteerden vier sectoren⁴³ van de spoorwereld.

In bijlage 11 is een analyse gedocumenteerd van de consistentie binnen c.q. tussen de antwoorden van de geënquêteerden. Hun inschattingen bleken in hoge mate overeen te komen, waarbij hun inbreng met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid onafhankelijk was. (De geënquêteerden wisten niet wie de andere waren; er was geen aankondiging; de reactietijd was kort). Uit de mini-enquête kwam dus een coherent beeld naar voren. Vooraf hebben de onderzoekers ook zelf de inschatting van punt 1 en 2 gemaakt. Die diende enkel ter vergelijking.

Zoeken van de waarschijnlijk meest effectieve maatregeloptyes

De hierbij gehanteerde grondgedachten zijn de volgende:

- a. wanneer een maatregel niet uitvoerbaar wordt geacht, dan is de kans op succes wezenlijk kleiner, ook al is het potentiële effect van de maatregel groot;
- b. wanneer een maatregel al (enigermate) wordt toegepast, dan is reeds een deel van het potentiële effect geïncasseerd. De meeropbrengst van een verdergaande invoering is dan (onevenredig) kleiner;
- c. Het potentiële effect van een maatregel wordt beschouwd als het maximaal haalbare. Rekenkundig doen zich verschillende mogelijkheden voor om deze drie aspecten te combineren. De uitkomst van verschillende voor de hand liggende methoden zijn vergeleken en verschillen niet wezenlijk.

8.5 Een top-5 van kansrijke maatregelen

Met de hierboven geschetste aanpak is een top 5 van kansrijk geachte maatregelen samengesteld. Bijlage 11 bevat de complete lijst van beschouwde maatregelen met hun effectbeoordeling.

De Top-5 maatregelen

Hieronder volgen de 5 generieke maatregelen die als het meest effectief naar voren zijn gekomen (inclusief hun gemiddelde scores op een schaal van 1 tot 5):

1. Onverwachte /onbekende routes beperken
(Uitvoerbaarheid: 4.25; 'Wordt al gedaan': 1.25; Effect 5);
2. Alarmeren van de Machinist bij geel / rood sein
(Uitvoerbaarheid: 4; 'Wordt al gedaan': 2; Effect 5);
3. Druk vanuit punctualiteiteisen voor de machinist verminderen
(Uitvoerbaarheid: 4; 'Wordt al gedaan': 2; Effect 3);
4. Seinontwerp verbeteren, waaronder ook de plaatsing van seinen valt
(Uitvoerbaarheid: 3.75; 'Wordt al gedaan': 2; Effect 5);
5. Complexiteit van het seinbeeld verminderen
(Uitvoerbaarheid: 3.25; 'Wordt al gedaan': 1.5; Effect 5).

43 Het motief hiervoor was: spoorgebruikers en spoorkenaars, niet de spoorbeheerder.

Deze generieke maatregelen moeten worden gezien als "zoekrichting". In bijlage 11 is toegelicht hoe maatregelen kunnen doorwerken op het informatieverwerkingsproces bij de machinist (soms tegelijkertijd op meer dan één). Van belang is daarbij op welk verwerkingsmechanisme een beroep wordt gedaan (skill based, rule based, knowledge based). Deze mechanismen verschillen wezenlijk in reactiesnelheid, in de frequentie van fouten en in de mate van (tijdige) detectie ervan door de betrokkene zelf.

8.6 Het combineren van maatregelen

Wanneer men verschillende maatregelen tegelijkertijd in stelling brengt, dan mag men *niet* de optelsom van afzonderlijke effectiviteiten als resultaat verwachten!

Dit verschijnsel is om te beginnen een gevolg van de wet van de verminderende meeropbrengsten: de ene maatregel vangt waarschijnlijk al een deel van de mogelijke 'winst' van de andere maatregel af.

Bijvoorbeeld: Indien men twee maatregelen combineert die elk 50% van het maximaal haalbare effect kunnen behalen, dan is het te verwachten resultaat niet hoger dan 75% (van het maximale effect).

Zeker voor menselijke processen is dit een te simplistische voorstelling van zaken. Maar het principe stelt wel een waarschijnlijke bovengrens aan het haalbare resultaat.

Echter, wanneer twee maatregelen beide afhankelijk zijn van eenzelfde factor, bijvoorbeeld de menselijke verwachting, dan kan het zijn dat de 'winst' van de maatregelcombinatie helemaal *niets* groter is dan die van slechts één maatregel.

Verder zijn maatregelen denkbaar die elkaar tegenwerken en daardoor als combinatie minder effect hebben dan de maatregelen afzonderlijk.

Tenslotte zijn er compensatiemechanismen van het type "Dit is een veilig systeem, dus kunnen we dichter naar de grens ervan", bijvoorbeeld een hogere bezettingsgraad of een hogere snelheid. Dit soort compensatiemechanismen beperkt het effect van de veiligheidsmaatregelen, waardoor verwachtingen ervan soms niet worden gehaald. Dergelijke compensatiemechanismen komen voor in alle lagen van het systeem (figuur 8.2); niet in de laatste plaats in de managementlagen ervan.

De conclusie is dat men zich mogelijk te gemakkelijk rijk rekent bij het inzetten van (combinaties van) veiligheidsmaatregelen.

8.7 De ATB-kwiteerfunctie

In het kader van mogelijke aanvullende maatregelen om het aantal STS-passages en het risico daarvan te beperken, is ons gevraagd specifiek aandacht te besteden aan de kwiteerfunctie.

De ATB-kwiteerfunctie was onderdeel van het in grote delen van Nederland aanwezige ATB Eerste Generatie (ATB EG) -systeem.

Het cabinesignaal Geel van ATB geeft de machinist aan dat hij in een gebied rijdt met een maximale snelheid van 40 km/u (40-gebied) waar hij rekening moet houden met een direct opvolgend rood sein en daarvoor de bijpassende actie moet nemen.

De kwiteerfunctie diende ertoe de machinist daarop extra te attenderen.

Dit gebeurde door elke 20 sec een zoemer te laten afgaan, die de machinist binnen 6 seconden moest "kwiteren" door de speciaal daarvoor aangebrachte kwiteerknop in te drukken. Deed hij dat niet dan voerde de ATB een snelremming uit.

Als de machinist de rem bedient, geldt dat ook als kwiteren [VW16, toestandsovergang]. Dit geschiedt al bij een lichte remming zonder dat dit per definitie voldoende moet zijn om op tijd tot stilstand te komen.

Op de vrije baan begint het 40-gebied in principe bij een geel tonend baansein dat voorafgaat aan een rood sein. De machinist moet hierop anticiperen door tenminste te remmen, anders volgt een snelremming (ATB-ingreep). Wanneer hij remt, maar toch sneller dan 40 km/uur rijdt, grijpt ATBEG niet in.

Emplacementen, in feite grote delen van stations, zijn 40-gebied.

Ongeacht wat de baansein en daar verder aangegeven, in 40-gebied (cabinesignaal Geel) moest worden gekwiteerd, ook in het zicht van groene sein en.

De kwiteerfunctie was enkel een alertering op het rijden in 40-gebied, verder niet gerelateerd aan de baansein en bewaakte dus ook niet het naderen van een rood sein. Een machinist kan (onbedoeld) kwiterend door een rood sein rijden.

Het baansein Geel is op stations (emplacementen) bepaald geen garantie dat er direct Rood op volgt. Het komt in 40-gebied voor dat opvolgende baansein op Geel staan⁴⁴. De machinist moet zelf zien of inschatten of er wel/geen Rood volgt.

Als de machinist verwacht dat hij kan doorrijden en (daardoor?) het naderende rode sein niet ziet, dan kan hij het stoptonende sein ongewild passeren.

Omdat de kwiteerfunctie in het gehele 40-gebied actief was, moest de machinist vooral op stations (emplacementen) veelvuldig kwiteren, zonder dat dit een duidelijke relatie met een naderend stoptonend sein heeft.

8.8 Besluitvorming over opheffing van de kwiteerfunctie

De (discussie over) afschaffing van de ATB-kwiteerfunctie is al rond 1992 begonnen.

Vastgesteld is dat de kwiteerfunctie *formeel* gesproken ook nu nog *niet* is opgeheven. De kwiteerfunctie en zijn werking staan namelijk nog steeds als vereiste voorziening beschreven in de op 1 januari 2010 geldende versie⁴⁵ van bijlage 7 bij de Ministeriële Regeling Keuring Spoorvoertuigen [VW16].

In september 2009 heeft de Minister van V&W dit naar aanleiding van Kamervragen bevestigd [TK43], daaraan toevoegend dat de voorziening buiten werking is gesteld. In vrijwel alle materieel ontbreekt nu de kwiteerknop, is de zoemer buiten werking en de functie uitgeschakeld.

Het spoorwegblad MatBlad van 1992 [NS2] meldt reeds dat, op advies van de toenmalige Commissie Veiligheid Spoorwegen (CVS), bij nieuw materieel dat toen in bestelling was, de kwiteerfunctie werd geschrapt. Nader onderbouwende stukken daarvoor zijn niet (meer) aangetroffen.

Het geheel buitenwerking stellen van de kwiteerfunctie is gebeurd in 1995 op basis van een CVS-besluit in 1994, [NS5] zoals bevestigd door de Minister [TK44]. Het besluit van de CVS werd breed gedragen, is (en wordt) algemeen uitgevoerd, al is bijlage 7 van de bovengenoemde Regeling tot heden op het betreffende punt niet aangepast. Het verslag

44. Blijkens [TK46] heeft de Minister " ProRail gevraagd om bij de vervanging van de beveiligingsinstallaties dit aantal situaties verder te verminderen".

45. Een nieuwe (concept)versie van bijlage 7 is in productie, maar was tijdens dit onderzoek nog niet beschikbaar.

van de betreffende CVS-vergadering van 09/02/94 [NS5] vermeldt als onderbouwing van het besluit:

- B- en C-onderzoeken die aangeven dat het kwiterend passeren van stoptonende seinen met regelmaat plaatsvindt;
- Een ongeval in Eindhoven waaruit vragen rezen over het nut van kwiteren;
- Een enquête onder machinisten naar de beleving van het kwiteren en de waarde die zij eraan toekennen voor de veiligheid. 90% van de ondervraagden gaf aan dat zij het kwiteren niet zien als een bijdrage aan de veiligheid.
 (De opzet en uitkomst van deze enquête is beschreven in [NS1, NS3]).

Het onderliggende stuk [NS4] voor dit agendapunt van de CVS-vergadering heeft oog voor mogelijk positieve effecten van de kwiteerfunctie, bevat geen kwantitatieve analyse van de effecten, maar noemt wel enige voorwaardelijke of compenserende aanbevelingen. Die aanbevelingen zijn niet door de CVS overgenomen, kennelijk daarbij een voorschot nemend op de verwachte brede invoering van ATB-NG. Deze laatste indruk is bevestigd in [ProRail-memo 22/3/2010].

In de recente jaren zijn vragen gesteld over de onderbouwing van het besluit van destijds [TK18/TK44] en is een verband gesuggereerd tussen afschaffing van de ATB-kwiteerfunctie en de stijging van het jaarlijkse aantal STS-passages sinds 1995. Van der Top [Top3] heeft dat verband niet aangetoond maar wel aannemelijk gemaakt dat de onderbouwing van het besluit tot afschaffing omissies vertoont. Recente argumentatie/informatie [TK18] dat het afschaffen van de kwiteerfunctie *geen* toename van het aantal STS-passages heeft veroorzaakt, wordt in [Top3] weersproken.

Eigen onderzoek van de beschikbare informatie leidt tot de volgende vaststellingen:

1. De kwiteerfunctie is door de NS in 1994 (voor de opsplitsing⁴⁶) in de praktijk afgeschaft c.q. buitenwerking gesteld op basis van een besluit van de CVS [NS-R01, CVS1];
 De functie is sindsdien (ook na de opsplitsing in 1995 van het NS-concern) niet meer operationeel in treinmaterieel dat in Nederland wordt ingezet.
2. Daarmee zijn verdwenen:
 - a. De algemene alertering bij het rijden in 40-gebied⁴⁷;
 - b. Een mogelijke extra stimulans in 40-gebied om te remmen omdat dat werkte als ontheffing voor kwiteren. Overigens: in de meeste gevallen was het bedienen van de kwiteerknop een voorwaarde om te blijven rijden⁴⁸ en daardoor een routinematige handeling;
3. De kwiteerfunctie (zoemer) is geen specifiek waarschuwingssignaal voor het naderen van een rood sein;
4. Er is geen sluitende analyse beschikbaar van het veiligheidseffect en de veiligheidsconsequenties van de afschaffing van de kwiteerfunctie;
5. Het is denkbaar tot plausibel dat afschaffing van de kwiteerfunctie mede heeft bijgedragen tot een stijging van het aantal STS-passages, maar dit causale verband is tot heden (voor zover bij de onderzoekers bekend) niet in wetenschappelijke publicaties aangetoond. Er is ook geen evidentie aangetroffen dat het verband niet bestaat.

46 De onderzoekers hebben geen informatie aangetroffen naar de invloed van de opsplitsing van het NS-concern op de waargenomen stijging van STS'en (dit was overigens geen onderdeel van de onderzoeksopdracht).

47 Bij entree van 40-gebied klinkt eenmalig de ATB-bel, net als bij andere snelheidswisselingen.

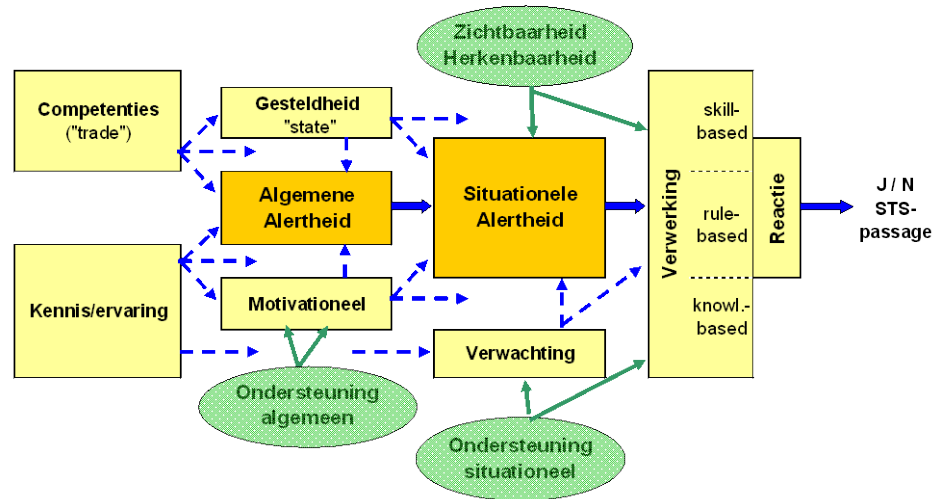
48 Hier ligt een relatie met de instelling van het remcriterium waarop al in §4.1 en §6.3 is ingegaan en die in paragraaf 8.9 nog aan de orde komt.

8.9 De bijdrage van de kwiteerfunctie tegen STS-passages

Een theoretisch model dat een kwantitatieve beschrijving geeft van de effectiviteit van de ATB-kwiteerfunctie, is in het onderzoek niet aangetroffen.

In bijlage 10 en 11 is een kwalitatief raamwerk geschetst van waaruit verschillende maatregelen ter bevordering van alertheid van machinisten zijn bekeken, waaronder twee vormen van kwiteren.

Op de (rol van de) kwiteerfunctie wordt hieronder nader ingegaan.



Figuur 8.3 "Vlekkenplaatje" rond algemene en situationele alertheid

Inhoudelijk zijn bij de ATB-kwiteerfunctie in relatie tot Alertheid, twee aspecten aan de orde (zie ook figuur 8.3):

A. Algemene alertheid in 40-gebied⁴⁹ en conditionering

1. De kwiteerfunctie gaf repeterend de indringende aanwijzing "u rijdt in 40-gebied" (zoemer). Denkbaar is dat dit de algemene alertheid bevorderde;
2. Tijdig indrukken van de kwiteerknop (kwiteren) was een zeer routinematige handeling die werd afgedwongen omdat het een voorwaarde was om te blijven rijden. Het kwiteren zelf wordt snel een automatische, in-getrainde (re)actie maar zal de aandacht enigszins "naar binnen" trekken i.p.v. naar buiten;
3. Kwiteren (indrukken van de kwiteerknop) was echter niet nodig, wanneer de rem werd bediend. Zolang er geremd werd, was de machinist bevrijd van de zoemer en de kwiteertaak. Denkbaar is dat dit enigermate bevorderde dat er eerder, vaker, of langer (licht) werd geremd, wat mogelijk hielp om STS-passages te voorkomen of te beperken.

Op theoretische gronden verwachten de onderzoekers dat de punten 1 en 3 enige (een beperkte) bijdrage leverden aan het voorkomen van STS-passages.

B. Situationele alertheid (gebaseerd op meer specifieke aanwijzingen)

Van maatregelen die de machinist specifiek en redelijk betrouwbaar (eenduidig) alerteren op een specifiek gevaar, valt een veel hogere bijdrage te verwachten. Maar:

- De ATB-kwiteerfunctie heeft in een groot deel van het 40-gebied (emplacements) geen duidelijke relatie met de seingeving langs de rijweg;

49. Tot op zekere hoogte is dit ook situationeel, namelijk "in 40-gebied". We vatten dat echter niet als situationeel op in verband met STS-passages. Dit wordt onder B nader verklaard, omdat het 40-gebied op emplacements geen directe relatie met stoptonende seinen heeft.

- Het baansein Geel is op emplacementen vaak dubbelzinnig, omdat niet zeker is dat er direct een rood sein op volgt.

Daarom leverde de ATB-kwiteerfunctie in 40-gebied op emplacementen, *geen* betrouwbare specifieke (situationele) alertering *voor STS-seinen*. Op dit punt mag van de kwiteerfunctie hoogstens een toevallsbijdrage aan het voorkomen van een STS-passage worden verwacht. De reactie van de machinist wordt in dit soort situaties vooral gestuurd door zijn ervaring en zijn (situatiespecifieke) verwachting. Er is geen informatie aangetroffen waaruit blijkt dat een positief effect (een bijdrage) is uitgesloten. Wat men bij de afschaffing van de kwiteerfunctie zag, zijn de STS-passages waar kwiteren niet hielp ("hij ging kwiterend door rood"); wat men echter niet waarneemt is: de gevallen waar het wel hielp.

Op grond van punt A en B en §8.8, verwachten de onderzoekers dat de ATB-kwiteerfunctie een bijdrage aan het voorkomen van STS-passages kan hebben geleverd. En daarmee dat het buiten bedrijf stellen ervan een (enige?) toename in STS-passages kan hebben veroorzaakt.

Tussen 1996 en 2000 is er een toename van circa 160 in 1996 (inclusief technische STS'en) naar gemiddeld circa 260 in 2001 en volgende jaren (exclusief technische STS'en). Dat is een toename van echte STS-passages met ruim 60%, in een vijftal jaren. In publicaties [o.a. VdTop] is gewezen op de samenloop hiervan met het buiten werking stellen van de kwiteerfunctie. In onze onderzoekstermijn zijn echter *geen* publicaties aangetroffen waarin wordt aangetoond dat afschaffing van de kwiteerfunctie een dergelijk groot effect teweeg zou kunnen brengen. Dat is ook niet te verwachten, gezien het bovenstaande en het nu volgende.

Onderzoek naar andere verklaringen voor de zojuist genoemde stijging van het aantal STS-passages valt buiten de scope van dit onderzoek. Andere verklaringen zijn denkbaar:

1. De stijging van het aantal jaarlijkse treinkilometers is een factor, zie §5.4.2 punt 7. Daar is beschreven dat een groei van het aantal jaarlijkse treinkilometers in de Nederlandse situatie, een meer dan evenredige toename in "STS-druk" kan opleveren. Echter, wanneer de toename van het aantal STS-passages enkel/hoofdzakelijk verklaard zou moeten worden door de groei van de jaarlijkse treinkilometrage, dan bevindt Nederland zich in een situatie waarin "de STS-druk" bij verdere toename van treinkilometers/jaar, nog veel sterker en progressief zal toenemen. Hiervoor is ook geen evidentie aangetroffen, evenmin (andere) sluitende verklaringen voor het vooral tussen 1996 en 2001 gestegen aantal STS-passages;
2. In het begin van de jaren '90 is een nieuw systeem ontwikkeld voor het instellen van rijwegen. De uitrol van dat systeem, VPT-ARI (zie bijlage 4), is omstreeks 1995 begonnen en nam in totaal circa 8 jaar in beslag. VPT-ARI en de treindienstleiders bepalen de rijweg/route van de trein. Daarmee ligt een invloed op het optreden van STS-passages voor de hand. Daarnaast leveren de systemen een bijdrage aan de registratie van STS-passages, waardoor in de loop der tijd wellicht meer STS-passages werden onderkend (registratie-effect);
3. Veranderingen in het treinenpark, die in de jaren rond 1994 aanzienlijke vormen aannam. Door in- en uitstroom van materieel (ook rond 1994) is de karakteristiek van het materieelpark aanzienlijk veranderd. Een mogelijk relevante factor daarbij is de instelling van het remcriterium⁵⁰;
4. In de afgelopen jaren zijn veel sporen⁵¹, wissels en dus ook seinen bijgebouwd. Het aantal seinen is zeker een factor in het aantal STS-passages. Op diverse stations zijn

50 Een lichtere instelling (lichtere remming bij de laagste remstand) heeft operationele voordelen.

51 Het gaat hier niet om grote nieuwbouwprojecten als de HSL-Zuid en de Betuwelijn, maar om sporen die met ATBEG zijn beveiligd.

seinen tussengevoegd om perrons sneller te kunnen vrijmaken. Bij deze seinen ligt mogelijk een specifieke relatie met "vertrek op geel" als aanleiding tot STS-passages. De tijdschaal van de genoemde in/uitbreiding van de infrastructuur valt overigens maar gedeeltelijk samen met de toename van STS-passages tussen 1995 en 2001. Deze ontwikkeling is wellicht meer van belang als algemene factor in de STS-druk.

8.10 Wat te doen met de buiten bedrijfgestelde kwiteerfunctie?

Formeel bestaat de kwiteerfunctie nog (zie paragraaf 8.7). Omdat de kwiteerfunctie een (onderdeel van een) veiligheidssysteem is, behoort afschaffing gebaseerd te zijn op veiligheidkundig (en mogelijk ergonomisch) onderzoek. Een dergelijk onderzoek naar het effect van de kwiteerfunctie op de veiligheid is niet aangetroffen (zie paragraaf 8.8 en 8.9).

De onderzoekers komen in dat licht en mede gebaseerd op de voorgaande beschouwing tot het volgende tweeledige advies:

- a. Indien de waarschuwing bij rijden in 40 km-gebied in geschikte vorm in de treincabine wordt teruggebracht, is naar verwachting ook het grootste deel van het waarschuwingseffect van de kwiteerfunctie terug (niet het complete effect ervan). Op de aard van het waarschuwingssignaal/systeem wordt hieronder nader ingegaan.
- b. Indien aan het vorige punt wordt voldaan, beschouwen de onderzoekers het schrappen van de (reeds buiten werking gestelde) kwiteerfunctie uit de wettelijke eisen als voldoende gerechtvaardigd. Indien niet aan punt a. wordt voldaan, dan zou men voorafgaand aan formele afschaffing van de kwiteerfunctie, bijvoorbeeld met een (simulator)experiment, nader moeten vaststellen of afschaffing uit veiligheidsoogpunt inderdaad voldoende gerechtvaardigd is.

Het onder punt a. bedoelde waarschuwingssignaal/systeem kan op verschillende wijzen worden opgezet⁵²:

1. Algemene alarmering in 40 km-gebied. Een mogelijke invulling daarvan is een ander geluidssignaal dan de normale ATB-bel ("Ander signaal bij geel"). Daarmee komt, ten minste 1 maal per 40 km-gebied, een waarschuwing terug. Dit is minder indringend (minder repeterend) dan bij de kwiteerfunctie, maar wel in elk 40 km-gebied. Deze vorm van waarschuwen heeft met de kwiteerfunctie gemeen, dat de waarschuwing verder niet-specifiek is: de machinist wordt niet gewaarschuwd voor een specifiek rood sein, maar voor de *mogelijkheid* dat er een rood sein volgt;
2. Situatiespecifiek waarschuwen: de machinist specifiek waarschuwen voor (dreigende passage van) een rood sein. Deze opzet is uit oogpunt van effect te prefereren, zie paragraaf 8.9, en wordt hieronder nader beschouwd.

Opzet van een situatiespecifiek waarschuwingssysteem

Onder de werktitel MARS (machinist alarmeren voor rood sein) zijn in het STS-programma al verschillende concepten aan de orde geweest voor het specifiek alarmeren voor Rood, zie paragraaf 3.4.

Inhoudelijk zijn die concepten gebaseerd op een combinatie van GPS-plaatsbepaling in combinatie met het naar de cabine zenden van informatie over de voor de trein ingestelde rijweg. Het gaat in alle gevallen om nog (door) te ontwikkelen applicaties. Ook over de wijze van alarmering c.q. presentatie van informatie aan de machinist, zijn verschillende opties genoemd. Onder andere een visuele vorm die overeenkomsten heeft

52 Opgemerkt wordt dat deze twee verschillende opties beide vallen onder de maatregel "Alarmeren van de machinist bij geel / rood sein" uit paragraaf 8.5; nummer 2 van de Top-5.

met autonavigatiesystemen en een auditieve vorm (geluidsignaal). Onze indruk is dat auditieve signalering in dit geval meer op zijn plaats is, omdat anders de aandacht naar binnen (de cabine) wordt getrokken in plaats van naar het spoor buiten.

Omdat het een specifieke waarschuwing betreft, kan men verwachten dat machinisten er min of meer op zullen gaan vertrouwen⁵³. Daarvan moeten, veiligheidskundig gezien, eveneens de mogelijke *negatieve* effecten worden bekeken. Dan komen wellicht hoge eisen aan de betrouwbaarheid van de signalering/alarmering in beeld. Het realiseren van een geschikt systeem kan daardoor nog vrij kostbaar worden.

In paragraaf 3.4 is al beschreven dat ProRail een andere invulling van het MARS-concept voor ogen heeft [Sporbranche22, Spoorbranche23]: Niet voor elk rood sein (auditief) alarmeren, maar alleen bij een dreigende STS-passage. Daardoor wordt het systeem meer een achtervang en wordt zoveel als mogelijk voorkomen dat "er op gereden" wordt. Dit beperkt de veiligheidseisen aan het systeem. Duidelijker is dan dat het een hulpsysteem betreft, dat eveneens een vorm van remcurvebewaking moet uitvoeren. Het is echter de vraag of hiermee eenzelfde effectiviteit haalbaar is als bij ATBVv. Daar tegenover staat dat het systeem op het gehele ATBEG-net kan werken (geen bakens, maar GPS-plaatsbepaling). Het systeem is daarmee een mogelijke aanvulling op ATBVv, namelijk vooral voor de seinen waar geen ATBVv gepland is/wordt.

Opgemerkt wordt dat het geschetste systeem (in feite het hele onderwerp van deze rapportage) overbodig wordt bij invoering van ETCS. ETCS heeft meer functionaliteiten dan de zojuist genoemde optie, is een werkelijk beveiligingssysteem, maar vergt investeringen van een andere/hogere orde.

8.11 Conclusies

Samenvatting feiten

1. In het kader van dit onderzoek konden denkbare maatregelen ter verbetering niet uitputtend worden onderzocht. Een 36-tal verschillende maatregelen is bekeken op hun potentie om de huidige (per persoon lage) STS-frequentie verder te verkleinen.

De Top-5 van maatregelen met de hoogste potentie zijn:

1. Onverwachte /onbekende routes beperken
2. Alarmeren van de Machinist bij geel/rood sein
3. Druk vanuit punctualiteiteisen voor de machinist verminderen
4. Seinontwerp verbeteren, waaronder ook de plaatsing van seinen valt
5. Complexiteit van het seinbeeld verminderen

Behalve nummer 3, gaat het om maatregelen die de machinist een beter/makkelijker inzicht geven in de situatie waarvoor hij/zij gesteld wordt.

2. De ATB-kwiteerfunctie is in 1995 geheel buiten werking gesteld. De kwiteerfunctie is echter formeel nog steeds niet opgeheven: de kwiteerfunctie en de daarvoor benodigde voorzieningen staan nog in de keuringseisen voor spoorvoertuigen (vigerende Ministeriële regeling keuring spoorvoertuigen).

53. Bij het systeemontwerp kan men oordelen dat het een hulpsysteem betreft en eventueel zelfs verbieden om "er op rijden", maar het is inherent aan situationeel alarmeren/signaleren dat de gebruiker (machinist) zich mede baseert op de gepresenteerde informatie. Dan moet die informatie wel betrouwbaar zijn.

Beoordeling Save/conclusies

1. In de periode 1995 - 2001 hebben zich nog verschillende andere ontwikkelingen voorgedaan, onder andere stijging van het jaarlijkse aantal treinkilometers, opsplitsing van het NS-concern (1995) en brede invoering van het systeem VPT-ARI (ook in 1995) bij de verkeersleiding.
2. Deze ontwikkelingen kunnen een stijging van het aantal STS-passages hebben veroorzaakt (meer STS-confrontaties). Over deze mogelijke verbanden hebben we echter geen uitsluitsel in de beschikbare documentatie/informatie gevonden.
3. Het buiten werking stellen van de kwiteerfunctie kan een beperkte bijdrage hebben geleverd aan de stijging van het aantal STS-passages, onder andere omdat de kwiteerfunctie repeterend maar niet specifiek alarmeerde in alle 40-km gebieden.
4. In de beschikbare documentatie over het buiten werking stellen van de kwiteerfunctie rond 1995, is de afschaffing veiligheidskundig gezien niet geheel steekhoudend onderbouwd.

Aanbevelingen

1. Het verdient aanbeveling om bij toekomstige organisatiewijzigingen en invoering van nieuwe systemen (zoals VPT-ARI) aandacht te besteden aan de mogelijke veiligheidsconsequenties.
2. In het kader van "Alertheid van machinisten" verdient het aanbeveling om de in het STS-programma ingevoerde maatregelen te onderhouden en de aandacht tevens te richten op de context (het systeem, de eisen) waarbinnen de machinisten hun werk moeten doen.
3. Geadviseerd wordt om in één of andere vorm, ten minste weer een bijzonder attentiesignaal (geluid) bij Geel-40 (40-km gebied) in te voeren. Dit advies is een ondersteuning voor het reeds in het STS-programma geopperde idee "Ander signaal bij Geel".
4. Geadviseerd wordt de mogelijkheden van het meer specifiek alarmeren voor (dreigende passage van) rode seinen nader te onderzoeken.
5. Indien de waarschuwing bij rijden in 40 km-gebied in geschikte vorm (advies 3 of 4) in de treincabine wordt teruggebracht, beschouwen de onderzoekers het schrappen van de reeds buiten werking gestelde kwiteerfunctie uit de wettelijke eisen als voldoende gerechtvaardigd. In het andere geval zou men voorafgaand aan formele afschaffing van de kwiteerfunctie, bijvoorbeeld met een (simulator)experiment, nader moeten vaststellen of afschaffing uit veiligheidsoogpunt inderdaad voldoende gerechtvaardigd is.

Contacten

Instanties en personen die zijn geraadpleegd tijdens het onderzoek.

De contactpersonen binnen een organisatie worden niet bij naam genoemd.
In de lijst komt een enkele persoon voor die op persoonlijke titel medewerking gaf.

Binnenland:

- Ministerie van V&W met name DG-Mobiliteit;
IVW (Inspectie Verkeer&Waterstaat)
- Stuurgroep STS
- ProRail
- Movares
- NS Reizigers
- DBSchenker
- Onderzoeksraad voor Veiligheid (voor toelichting op eerdere OvV-publicaties)
- Human Company
- FNV Bondgenoten
- Ing A.C.F. Sierts te Voorburg

Buitenland:

- Engeland: RSSB, Network Rail
- Duitsland: EBA
- Frankrijk: Sécurité Ferroviaire
- Zwitserland: Federal Department of the Environment
- België: B-Holding
- Italië: RFI

Disclaimer

Dit onderzoek is gebaseerd op de informatie (documentatie en uitkomsten interviews) die in de loop van het onderzoek beschikbaar kwam. De gebruikte schriftelijke informatie is gedocumenteerd in de literatuurreferenties.

In het onderzoek is niet en/of kon niet worden gecontroleerd:

- Het totale aantal bediende seinen in Nederland. Aangenomen is dat de globale opgave van "circa 6.000" (voldoende) juist is;
- De invloed van (STS-passages bij) *zogenoemde P-seinen* (automatische blokseinen). Daar is geen locatiespecifiek gevaarpunt aanwezig, maar zouden wel ongelukken kunnen gebeuren. Aangenomen is dat de bijdrage daarvan in termen van frequentie gering is, onder andere dankzij de reeds aanwezige ATB-beveiliging. In de risicomaatstaf zijn/worden deze seinen niet meegenomen;
- De kenmerken van (de situatie van) de bediende seinen in de seinenlijst. Deze kenmerken dienen als uitgangspunt voor de selectie van seinen voor ATBVv en voor de beoordeling van het risico bij een STS-passage aldaar;
- De telling van bediende seinen die voorkomen in (c.q. die relevant zijn voor) het Basisnet en de daarvoor gebruikte rijwegen (goederen/gevaarlijke stoffen). Deze seinen maken onderdeel uit van de 6.000, maar worden in de ranking-database niet alle geïdentificeerd als relevant voor het goederenvervoer;
- De telling van opgetreden STS-passages. Gebruik is gemaakt van de informatie die door met name IVW is verstrekt. Het onderzoek heeft overigens geen gronden opgeleverd voor twijfel aan deze basisinformatie;
- De voortgangsberichten over de implementatie van ATBVv in de baan (infra) en in het materieel (treinen/locs);
- De aanvullende selectie van met ATBVv uit te voeren seinen ten behoeve van het Basisnet (goederenvervoer) is in dit project niet seinspecifiek onderzocht. Dat gebeurt uiteraard wel binnen het Basisnet.