



ONDERZOEKRAAD  
VOOR VEILIGHEID

# Treinbotsing Amsterdam Westerpark



# Treinbotsing Amsterdam Westerpark

*Den Haag, december 2012*

*De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.*

*Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)*

## **De Onderzoeksraad voor Veiligheid**

In Nederland wordt er naar gestreefd het gevaar van ongevallen en incidenten zoveel mogelijk te beperken. Wanneer het toch (bijna) misgaat, kan herhaling voorkomen worden door, los van de schuldvraag, goed onderzoek te doen naar de oorzaak. Het is dan van belang dat het onderzoek onafhankelijk van de betrokken partijen plaatsvindt. De Onderzoeksraad voor Veiligheid kiest daarom zelf zijn onderzoeken en houdt daarbij rekening met de afhankelijkheidspositie van burgers ten opzichte van overheden en bedrijven. De Onderzoeksraad is in een aantal gevallen wettelijk verplicht onderzoek te doen.

**Onderzoeksraad**  
Voorzitter: mr. T.H.J. Joustra  
mr. Annie Brouwer-Korf  
prof. dr. ing. F.J.H. Mertens  
prof. mr. dr. E.R. Muller  
dr. ir. J.P. Visser

Algemeen secretaris: mr. M. Visser

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50  
2593 HT Den Haag

Postadres: Postbus 95404  
2509 CK Den Haag

Telefoon: +31 (0)70 333 7000

Telefax: +31 (0)70 333 7077

Internet: [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)

<b>Samenvatting .....</b>	<b>5</b>
<b>Beschouwing .....</b>	<b>9</b>
<b>Aanbevelingen .....</b>	<b>13</b>
<b>Lijst van afkortingen .....</b>	<b>15</b>
<b>1. Inleiding .....</b>	<b>17</b>
1.1 Aanleiding .....	17
1.2 Onderzoeksvraag .....	17
1.3 Andere onderzoeken.....	18
1.4 Beoordelingskader .....	19
1.5 Belangrijkste partijen en hun verantwoordelijkheden.....	19
<b>2. Toedracht .....</b>	<b>22</b>
2.1 Inleiding.....	22
2.2 De ongevalslocatie.....	22
2.3 De verkeersleiding .....	23
2.4 De intercity .....	24
2.5 De sprinter.....	26
2.6 Gevolgen van de botsing.....	28
<b>3. Het ontstaan van de botsing .....</b>	<b>38</b>
3.1 Inleiding.....	38
3.2 Taakuitvoering machinist.....	38
3.3 Automatische Treinbeïnvloeding.....	44
3.4 Taakuitvoering treindienstleider na de roodseinpassage .....	46
3.5 De totstandkoming en uitvoering van de dienstregeling .....	49
3.6 Veiligheidsmanagement van de spoorpartijen .....	62
3.7 Conclusies .....	65
<b>4. Beheersing letselrisico .....</b>	<b>69</b>
4.1 Inleiding.....	69
4.2 Het beheersen van letselrisico bij treinbotsingen.....	69
4.3 De primaire botsing en het effect op het ontstaan van letsel .....	74
4.4 De secundaire botsing en het effect op het ontstaan van letsel .....	80
4.5 Veiligheidsbeleid vervoerder .....	91
4.6 De botsing van 21 april 2012 in breder perspectief.....	94
4.7 Conclusies .....	100

<b>5. Conclusies .....</b>	<b>103</b>
5.1 Waardoor ontstond de botsing? .....	103
5.2 Waardoor ontstond letsel? .....	103
5.3 Hoofdconclusies .....	104
<b>6. Aanbevelingen .....</b>	<b>109</b>
<b>Bijlage 1: Onderzoeksverantwoording .....</b>	<b>111</b>
<b>Bijlage 2: Reacties op conceptrapport .....</b>	<b>121</b>
<b>Bijlage 3: Beoordelingskader .....</b>	<b>122</b>
<b>Bijlage 4: Wet- en regelgeving .....</b>	<b>125</b>
<b>Bijlage 5: Betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden .....</b>	<b>137</b>
<b>Bijlage 6: Hypothesen roodseinpassage .....</b>	<b>142</b>
<b>Bijlage 7: Letselschalen .....</b>	<b>148</b>
<b>Bijlage 8: Letsel, letseloorzaak en positie in de trein .....</b>	<b>151</b>
<b>Bijlage 10: Geraadpleegde literatuur .....</b>	<b>161</b>

Op 21 april 2012 vond een treinbotsing plaats in Amsterdam, nabij het Westerpark. Een sprinter en een intercity botsten frontaal tegen elkaar. Bij dit ongeval raakten ten minste 190 van de minimaal 425 inzittenden<sup>1</sup> gewond, van wie zeker 24 ernstig. Eén van de ernstig gewonde reizigers is de dag na het ongeval aan de opgelopen verwondingen overleden.



De treinen na de botsing. Foto: ANP - Jerry Lampen

## Oorzaken botsing

De botsing kon gebeuren doordat de sprinter voorbij een rood sein is gereden. De machinist van de sprinter vergiste zich in de waarneming van het rode sein, en dacht dat het sein geel was. De machinist merkte vervolgens ook niet op dat hij het rode sein passeerde omdat hij was afgeleid.

Dit was volgens de Onderzoeksraad niet de enige oorzaak van de botsing. Ook andere omstandigheden speelden hierbij een rol. Er vonden die dag werkzaamheden plaats aan het spoor.

<sup>1</sup> De Onderzoeksraad heeft geen informatie over het exacte aantal inzittenden, omdat gegevens over het aantal inzittenden in een trein niet geregistreerd worden.

Daardoor was de dienstregeling voor die dag aangepast en moesten beide treinen van hetzelfde spoor gebruik maken. Bovendien reed rond dit tijdstip een goederentrein afwijkend van de dienstregeling, waardoor de tegemoetkomende intercity niet tijdig het spoor kon vrijmaken voor de sprinter. De sprinter moest daarom voor een rood sein wachten tot de intercity was gepasseerd.

Niet alleen de machinist zelf, maar ook de verkeersleiding en de beveiligingstechniek merkten niet dat de trein door rood was gereden. De machinist kreeg daardoor geen waarschuwing dat hij het rode sein gepasseerd was, en ook werd de trein niet automatisch tot stilstand gebracht.

De oorzaken van de treinbotsing Amsterdam Westerpark zijn niet uniek. Het onderzoek laat zien dat niemand bewust afwijkend heeft gehandeld van de gebruikelijke werkwijze. Ook de aanwezige technische systemen waren op de plaats en het moment van de botsing niet anders dan op veel andere plaatsen op het spoorweginet. Dat betekent dat er maatregelen nodig zijn die zoveel mogelijk voorkomen dat aangepaste dienstregelingen, vertragingen en menselijke vergissingen uiteindelijk leiden tot een botsing. De Onderzoeksraad heeft onderzocht op welke wijze betrokken partijen de kans op een dergelijke botsing beheersen. Ook heeft de Onderzoeksraad onderzocht wat partijen hebben gedaan om het letselrisico onder reizigers en personeel bij een eventuele botsing zo veel mogelijk te beperken. Deze samenvatting bevat de voornaamste conclusies van het onderzoek.

## **NS en ProRail voorkomen in onvoldoende mate rode seinen**

De Onderzoeksraad concludeert dat NS en ProRail meer kunnen doen om rode seinen te voorkomen. NS had vanwege werkzaamheden de planning aangepast. Die planning was krap, en strijdig met de planningnormen die ProRail als beheerder van de infrastructuur hanteert. Dit werd door ProRail niet opgemerkt omdat ProRail erop vertrouwde dat NS zich aan de norm zou houden. De planning was daardoor op de dag van het ongeval onnodig kwetsbaar voor verstoringen en leidde in de praktijk tot rode seinen.

ProRail kent verder, als verantwoordelijke voor de verkeersleiding, weinig prioriteit toe aan het conflictvrij houden (voorkomen van gele en rode seinen) van de treinenloop tot aan het moment van uitvoering. Als er een conflict optreedt, wordt dit niet door de systemen gesignaleerd. Het hangt nu af van de individuele treindienstleider (en diens werkdruk op dat moment) of dit prioriteit krijgt.

## **NS borgt niet dat machinisten de aandacht volledig richten op het rode sein**

NS borgt niet dat een machinist na het passeren van een geel sein de aandacht volledig richt op het rode sein dat daarna zal volgen. Ook is er geen technisch hulpmiddel dat een machinist attendeert op de nadering van een rood sein of hem direct waarschuwt als hij een rood sein gepasseerd is. Een ondersteuning bij de nadering van een rood sein bestond vroeger wel maar werkte niet goed. In plaats van dit systeem te verbeteren, is het afgeschaft.



## **Het valt niet op als een trein door rood rijdt**

ProRail borgt niet dat beschikbare mogelijkheden worden toegepast die het door rood rijden kunnen voorkomen of de gevolgen daarvan kunnen beperken. Zo was het sein nog niet voorzien van ATB-VV, een systeem waarmee een trein automatisch voor een rood sein tot stilstand wordt gebracht. Ook de treindienstleider heeft geen adequate hulpmiddelen om op te merken dat een trein door rood is gereden. Een dergelijk hulpmiddel bestond wel, maar ook dat systeem werkte niet goed en is afgeschaft. Het is tot op heden niet vervangen door een verbeterde functionaliteit.

## **Botsveiligheid: hoe letsel bij een botsing wordt voorkomen**

In dit onderzoek heeft de Onderzoeksraad voor het eerst ook gekeken naar de vraag hoe de gevolgen voor de inzittenden beperkt hadden kunnen worden. Ook heeft de Onderzoeksraad, ten behoeve van aanvullend onderzoek door fabrikanten of andere relevante partijen, een dataset gemaakt met daarin informatie over verschillende facetten van de botsing (botsdynamica, schade aan constructie en interieur van beide treinen en het letsel).

Hoewel het om een krachtige botsing ging, zijn de treinen niet ontspoord. Ook zijn er geen inzittenden bekneld geraakt. De verwondingen van de inzittenden zijn vooral veroorzaakt door contact met het interieur van de treinen (zoals stoelen, tafeltjes en glazen tussenwanden en tussendeuren) en door lichamelijk contact met andere passagiers. Wel is de cabine van de intercity sterk vervormd doordat deze trein, anders dan de sprinter, niet is voorzien van crash-absorbers. Bovendien hadden de crash-absorbers van de sprinter slechts een beperkt effect omdat de botsing plaatsvond met een trein van een ander type.

Uit het onderzoek blijkt dat NS zich bij aanschaf en bij revisie van treinen als het gaat om botsveiligheid heeft beperkt tot de concrete, technische minimumeisen die de wet daarover voorschrijft. Bij de aanschaf van nieuwe treinen was de botsveiligheid van het interieur geen punt van overweging. Ook werd niet onderzocht of voortschrijdend inzicht reden gaf om de constructie van treinen aan te passen, bijvoorbeeld door te zorgen dat treinen bij een botsing onderling 'compatibel' zijn. De Onderzoeksraad concludeert dat NS hiermee geen invulling heeft gegeven aan zijn wettelijke zorgplicht voor veiligheid.

Uit het onderzoek blijkt dat het verbeteren van de botsveiligheid van reizigerstreinen voor passagiers en treinpersoneel langzamer is gegaan dan mogelijk en wenselijk is. Dit wordt beïnvloed doordat de minister van Infrastructuur en Milieu het voortschrijdend inzicht met betrekking tot de botsveiligheid van het interieur niet heeft verwerkt in de toelatingseisen van reizigerstreinen. Hierdoor sluit de huidige regelgeving op het gebied van botsveiligheid niet aan bij de actuele stand van de techniek.



## **Eigen verantwoordelijkheid bedrijven en overheidstoezicht**

Spoorbedrijven zijn wettelijk verplicht zelf te bepalen wat passende maatregelen zijn om hun veiligheidsrisico's afdoende te beheersen. Uit het onderzoek blijkt dat zij dit niet altijd doen en ook niet altijd op een manier die toetsing door derden mogelijk maakt. Ook het toezicht door de overheid zoals dit wordt uitgevoerd door de Inspectie Leefomgeving en Transport, is hier in de praktijk niet op gericht.

De treinbotsing bij Amsterdam Westerpark had voorkomen kunnen worden als het sein was voorzien van ATB Verbeterde Versie (ATB-VV). Ook andere maatregelen hadden de botsing kunnen voorkomen of de gevolgen ervan kunnen beperken. Deze conclusies zijn niet nieuw; de Onderzoeksraad heeft ze ook bij eerdere onderzoeken getrokken. Sinds de frontale treinbotsing bij Eindhoven in 1992 dringen de Onderzoeksraad en zijn voorgangers aan op drie zaken: de invoering van een verbeterd automatisch treinbeveiligingssysteem (zoals ATB-VV of ERTMS), duidelijkheid over het invoeringstempo ervan en het nemen van andere, aanvullende maatregelen om botsingen te voorkomen.

## **Verbeterde automatische Treinbeïnvloeding (ATB)**

Tussen 1992 en 2004 verliep de verbetering van het ATB-systeem langzaam. Dit bleef beperkt tot invoering van een nieuw systeem op regionale spoorlijnen waar tot dan toe in het geheel geen ATB was. Op de hoofdspoorlijnen, die al wel van de eerste generatie ATB waren voorzien, veranderde aanvankelijk niets. In 2004, na een ongeval in Amsterdam, is het besluit genomen tot ontwikkeling en invoering van ATB-VV. Sinds 2009 is bij 1267 van de circa 5000 in aanmerking komende seinen ATB-VV aangebracht. Dit systeem, dat ingrijpt als een trein door rood dreigt te rijden, is relatief eenvoudig en goedkoop in te voeren: voor de eerste duizend seinen was vijftig miljoen euro uitgetrokken. Sinds ATB-VV wordt toegepast, is het jaarlijks aantal roodseinpassages afgenomen van ruim 250 in de jaren 2000-2007 naar ruim 150 in 2011. Anno 2012 beschikken ruim 3500 seinen alleen over ATB Eerste Generatie, maar nog niet over ATB-VV. Daaronder zijn ook seinen op drukke trajecten, zoals het rode sein waar de sprinter voorbij reed. De Onderzoeksraad vindt het ernstig dat dit sein op een intensief bereden emplacement niet over ATB-VV beschikte.

De aanleg van ATB-VV is tot nu toe vooral gebaseerd op een gewenste vermindering van het aantal roodseinpassages en van het risico dat daarmee samenhangt. Hoewel die aanpak zijn vruchten afwerpt, is daarmee niet verzekerd dat de risico's zo goed worden beheerst als redelijkerwijs mogelijk is. Met een relatief beperkte inspanning kan mogelijk nog meer veiligheidswinst worden behaald. Om dit te beoordelen, is een analyse nodig van voor- en nadelen (kosten en baten) van mogelijke veiligheidsmaatregelen. Het zou kosteneffectief kunnen zijn om meer dan het huidige aantal seinen van ATB-VV te voorzien. ProRail heeft bekend gemaakt nu bij alle seinen ATB-VV in te willen voeren. Ook de minister geeft in de Lange Termijn Spooragenda aan op korte termijn meer ATB-VV te willen aanbrenge.

## Tijd voor maatregelen

De Onderzoeksraad constateert dat ook andere maatregelen mogelijk zijn die de veiligheid verbeteren. Zij hebben één ding gemeen, namelijk dat het lange tijd duurt voordat daadwerkelijk wordt besloten om een maatregel in te voeren. De volgende voorbeelden uit het onderzoek illustreren dit.

### *De planning*

De planning van de dienstregeling is een belangrijke factor voor de veiligheid op het spoor. Op 21 april 2012 was te weinig tijd gepland om het treinverkeer conflictvrij af te wikkelen. Treinen liepen vertraging op, en de planning gaf geen goed inzicht in hoe het treinverkeer daadwerkelijk zou verlopen. Het huidige planningssysteem signaleert dergelijke problemen niet. Het planningssysteem is inmiddels bijna geheel vervangen door een nieuw systeem (DONNA). De ontwikkeling hiervan is gestart in 2003 en totale invoering wordt voorzien voor 2013. Dit systeem signaleert wel conflicten, maar op een vrij ongedetailleerd niveau. Voor een nauwkeuriger beeld moet een apart systeem worden geraadpleegd. Opmerkelijk is dat bijvoorbeeld in Duitsland in de periode 1997 – 2003 een planningssysteem is ontwikkeld en ingevoerd dat wel een nauwkeurig beeld biedt. Het verbaast de Onderzoeksraad dat een dergelijke nauwkeurigheid in DONNA niet is voorzien. Het nieuw ingevoerde systeem lijkt daarmee niet te zijn gemaakt op basis van de toenmalige stand van de techniek. Juist bij een druk spoorwegnet zoals in Nederland is het noodzakelijk om een goed inzicht te hebben in de (geplande) verkeersafwikkeling.

### *Andere maatregelen*

Uit het onderzoek komt naar voren dat diverse maatregelen die kunnen helpen bij het voorkomen van een botsing wel bestaan, maar op 21 april 2012 nog niet waren ingevoerd: conflictsignalering voor treindienstleiders, ondersteuning voor machinisten die een rood sein naderen en alarmering voor treindienstleiders als een trein door rood is gereden. Deze maatregelen hebben, naast het feit dat al eerder is onderkend dat zij nodig zijn, nog twee zaken gemeen. Alle maatregelen hebben in een of andere vorm al eens bestaan. Ze voldeden echter destijds – grofweg tussen 1990 en 2000 – niet aan de wensen die de spoorbedrijven eraan stelden en zijn toen afgeschaft in plaats van verder verbeterd. Positief is dat NS en ProRail inmiddels wel met concrete invoering van een aantal maatregelen bezig zijn.

### *ERTMS*

Ook de besluitvorming over invoering van het Europese treinbeveiligingssysteem ERTMS verloopt langzaam. In het onderzoek naar de treinbotsing bij Barendrecht (2009) stelde de Onderzoeksraad vast dat andere landen op het gebied van invoering van het Europese treinbeveiligingssysteem voortvarender beslissingen nemen over het invoeringstempo en de invoeringswijze dan Nederland dat doet. Nederlandse invoeringsstudies uit 2003, 2007 en 2010 concludeerden dat de kosten en baten onduidelijk waren en dat meer onderzoek nodig was. De commissie - Kuiken van de Tweede Kamer kwam begin 2012 tot de conclusie dat de baten van het systeem wel degelijk opwegen tegen de kosten, en dat snelle invoering gewenst en mogelijk is. Pas sindsdien zijn er concrete stappen in voorbereiding die moeten leiden tot invoering.

### *Botsveiligheid*

Ook op het gebied van botsveiligheid gaan zaken minder snel dan zou kunnen. Er is de afgelopen jaren veel onderzoek gedaan waaruit nieuwe inzichten zijn ontstaan. Deze kennis is echter, ondanks de geldende zorgplicht, niet door NS benut om bij de nabestelling van de intercity's deze treinen veiliger te maken. De Onderzoeksraad is van mening dat de minister van Infrastructuur en Milieu nieuwe treinen alleen zou moeten toelaten, als zij voldoen aan de op dat moment geldende stand van de techniek – ook als het een nabestelling betreft van een eerder ontwerp.

### **Eigen verantwoordelijkheid en overheidstoezicht**

De Spoorwegwet verlangt van de spoorpartijen dat zij in hun veiligheidsmanagement-systemen (VMS) vastleggen welke maatregelen zij nemen om hun veiligheidsrisico's afdoende te beheersen. Zij moeten deze open norm dus zelf invullen. De minister van Infrastructuur en Milieu heeft bij de handhaving een belangrijke rol in het verder verhogen van de veiligheid op het spoor. Zo kan de minister de spoorpartijen erop aanspreken als zij zinvolle maatregelen om de risico's te beheersen niet nemen. Dat kan zowel bij de goedkeuring van het VMS (certificering ProRail en attest vervoerders) als bij de handhaving van de middelen die in het VMS toegezegd zijn.

De Onderzoeksraad is van mening dat de spoorbedrijven ook vanuit hun maatschappelijke rol alle veiligheidsmaatregelen moeten nemen die redelijkerwijs haalbaar zijn en, ook voor de buitenwereld, inzichtelijk moeten maken op grond waarvan zij bepaalde maatregelen wel of niet nemen.

NS en ProRail hebben gezamenlijk onderzoek gedaan naar de treinbotsing en zijn voornemens om een aantal maatregelen te treffen. Zo lijkt er binnenkort duidelijkheid te komen over het invoeringstempo van de systemen die ingrijpen als treinen door rood rijden (ATB-VV en ERTMS). Daarnaast zijn inmiddels aanvullende maatregelen opgenomen in het Verbeterplan Stoptonendseinpassages dat de spoorpartijen gezamenlijk hebben opgesteld. Dit vindt de Onderzoeksraad een goede ontwikkeling. De toekomst zal moeten uitwijzen of de invoering van de maatregelen nu daadwerkelijk sneller verloopt dan in het verleden het geval was. De spoorpartijen zijn nu aan zet om deze maatregelen spoedig en succesvol te realiseren.

### **Toekomstbeeld**

Alles overziend stelt de Onderzoeksraad vast dat lange besluitvormings- en invoeringstrajecten kenmerkend lijken voor de Nederlandse spoorsector. Deze constatering is te meer relevant nu het beleid van de minister van Infrastructuur en Milieu stimuleert dat de sporen nog intensiever worden benut dan nu al het geval is. Frequentie en veiligheid komen op gespannen voet te staan als maatregelen uitblijven die de veiligheid verder verbeteren.

Ook de minister van Infrastructuur en Milieu constateert in de Lange Termijn Spooragenda dat het spoor steeds drukker wordt. Ook stelt zij vast dat de samenwerking binnen de spoorsector geen gelijke tred heeft gehouden met de toegenomen complexiteit en gevoeligheid van het spoorstelsel. De Onderzoeksraad acht het daarom des te meer van belang dat de minister<sup>2</sup> en de spoorpartijen hun visie op de samenhang tussen veiligheid, capaciteit en punctualiteit expliciteren. Naar mening van de Onderzoeksraad hoeven deze belangen niet altijd strijdig met elkaar te zijn. Zo zijn zowel punctualiteit, capaciteit als veiligheid (en ook de reizigers en verladers) gebaat met treinen die vlot kunnen doorrijden. Een conflict in de uitvoering van de dienstregeling, zoals op 21 april, is een teken dat zowel punctualiteit, capaciteit als veiligheid in het gedrang komen.

---

2 De portefeuille Spoor valt sinds het aantreden van het Kabinet Rutte II op 5 november 2012 binnen de portefeuille van de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu. In dit rapport is uitgegaan van de portefeuillevindeling zoals die gold ten tijde van het onderzoek.

De Raad komt tot de volgende aanbevelingen.

## **Tegengaan dat treinen gele en rode seinen naderen**

1. **NS:** zorg voor een conflictvrije planning, waarbij consequent voldoen aan de plannormen van ProRail als een minimaal vereiste geldt. Voer tevens structureel risicoanalyses uit om te komen tot maatregelen die – verdergaand dan wat de plannormen voorschrijven – zorgen voor de veiligst mogelijke planning.
2. **ProRail:** houd het treinverkeer conflictvrij in zowel planning als uitvoering. Het structureel toetsen of een door vervoerders aangeleverde planning voldoet aan de plannormen maakt daar onderdeel van uit, evenals het op betrouwbare wijze signaleren en oplossen van conflicten die zich tijdens de uitvoering voordoen.
3. **Minister en staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu:** stuur op continue afname van het aantal conflicten tijdens de feitelijke uitvoering van de dienstregeling.

## **Tegengaan dat treinen door rood rijden**

4. **NS:** voorkom dat machinisten zonder dit op te merken een rood sein passeren, door:
  - a. een systeem in te voeren dat direct waarschuwt bij het naderen en passeren van een rood sein;
  - b. concretere procedures te hanteren voor het gedrag van een machinist na het passeren van een geel sein.

## **Tegengaan dat treinen botsen na een roodseinpassage**

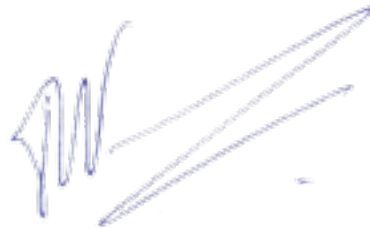
5. **ProRail:** zorg voor maatregelen die:
  - a. treindienstleiders waarschuwen als een trein door rood rijdt;
  - b. seinen voor tegemoetkomende of inhalende treinen direct op rood zetten als een trein door rood is gereden.

## Tegengaan van letsel bij een botsing

6. **NS:** neem botsveiligheid van het materieel zodanig op in het veiligheidsmanagementsysteem, dat dit standaard bij de afwegingen rond aanschaf en modificatie van treinen wordt meegewogen en dat redelijkerwijs haalbare veiligheidsverbeteringen worden ingevoerd.
7. **Minister en staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu:**
  - a. verwerk de inmiddels beschikbare kennis op het gebied van botsveiligheid ten aanzien van interieur in de toelatingseisen van reizigerstreinen.
  - b. bespoedig tevens verdere invoering van Europese regelgeving op dit gebied.
  - c. zorg ervoor dat ook nabestelde treinen voldoen aan de op dat moment geldende eisen voor nieuw gebouwde treinen.
8. **Bombardier / Siemens:** doe aanvullend onderzoek (zowel ten aanzien van de constructie als ten aanzien van het interieur) waarin lessen uit dit ongeval worden verwerkt in toekomstige ontwerpen.



mr. T.H.J. Joustra  
Voorzitter van de Onderzoeksraad



mr. M. Visser  
Algemeen secretaris



# LIJST VAN AFKORTINGEN

---

AIS	Abbreviated Injury Scale
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
ARI	Automatische Rijweginstelling
ARR	Automatische Ritregistratie
ATB	Automatische Treinbeïnvloeding
ATB-EG	Automatische Treinbeïnvloeding – Eerste Generatie
ATB-NG	Automatische Treinbeïnvloeding – Nieuwe Generatie
ATB-VV	Automatische Treinbeïnvloeding – Verbeterde Versie
DOSV	Directieoverleg Spoorwegveiligheid
EG	Europese Gemeenschap
ERA	European Railway Agency
ERRI	European Rail Research Institute
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
EU	Europese Unie
GSM-R	Global System for Mobile communication - Rail
IGZ	Inspectie voor de Gezondheidszorg
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
IRM	Interregiomaterieel
ISS	Injury Severity Score
IVJ	Inspectie Veiligheid en Justitie
IVW	Inspectie Verkeer en Waterstaat
KLPD	Korps Landelijke Politiediensten
NIB	National Investigation Body
NS	Nederlandse Spoorwegen
NSA	National Safety Authority
OVS	Overleg Veiligheid Spoorwegondernemingen
RAIB	Rail Accident Investigation Branch (Verenigd Koninkrijk)
RI&E	Risico-inventarisatie en -evaluatie
RIS	Regeling Indienststelling Spoorvoertuigen
RKS	Regeling Keuring Spoorvoertuigen
RvTV	Raad voor de Transportveiligheid

SLT	Sprinter Lighttrain
STS	Stoptonend Sein
TSI	Technical Specification for Interoperability
UIC	Union Internationale des Chemins de Fer
VIRM	Verlengd Interregiomaterieel
VMS	Veiligheidsmanagementsysteem
VPT	Vervoer Per Trein (plannings- en verkeersleidingssysteem)

## 1.1 Aanleiding

Op 21 april 2012 vond een treinbotsing plaats in Amsterdam, nabij het Westerpark. Bij dit ongeval raakten minimaal 190 mensen gewond, van wie minimaal 24 ernstig.<sup>3</sup> Eén van die personen overleed een dag na het ongeval aan de opgelopen verwondingen. De Onderzoeksraad startte direct een onderzoek naar dit ongeval.<sup>4</sup>

De Onderzoeksraad heeft als taak de oorzaken van (bijna-)ongevallen te achterhalen. Doel daarvan is om lessen te trekken die de kans op herhaling van dergelijke voorvallen kunnen verkleinen, of die de gevolgen van dergelijke voorvallen kunnen beperken. De Onderzoeksraad richt zich nadrukkelijk niet op de schuldvraag, zoals dit bij strafrechtelijk onderzoek gebeurt. Voor de Raad is uiteindelijk de belangrijkste vraag: “Welke lessen zijn er te leren van deze treinbotsing?”

## 1.2 Onderzoeksvraag

In het begin van het onderzoek heeft de Raad geconstateerd dat de treinbotsing kon ontstaan doordat een van beide treinen door een rood sein is gereden.<sup>5</sup> Bij het formuleren van de onderzoeksvraag is dat als uitgangspunt genomen.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid gaat ervan uit dat als management, bestuur en toezicht in de spoorsector erop gericht zijn letselrisico's voor treinreizigers en treinpersoneel te beheersen, zij een verhoogde kans op botsingen opmerken en corrigeren. Aan de hand van het ongeval bij Amsterdam Westerpark is de Onderzoeksraad daarom nagegaan wat destijds de maatregelen waren van de betrokken partijen om botsingen en daarop volgend letsel te voorkomen. De centrale onderzoeksvraag luidt als volgt:

*“Hoe beheersten de betrokken partijen de kans op een botsing als gevolg van een rood-seinpassage en hoe zorgden zij ervoor dat het letselrisico onder reizigers en personeel bij een eventuele botsing zo veel mogelijk werd beperkt?”*

3 Over het exacte aantal gewonden spreken diverse bronnen elkaar tegen. De in dit rapport genoemde getallen zijn gebaseerd op bij de Onderzoeksraad bekende gegevens. Bijlage 1 bevat een toelichting op de gegevensverzameling en de verschillende bronnen. In bijlage 7 is omschreven wat in dit rapport wordt verstaan onder ‘ernstig’ letsel.

4 Volgens de Europese Spoorwegveiligheidsrichtlijn (2004/49/EC) moet bij spoorwegongevallen met een bepaalde ernst een onafhankelijke partij onderzoek doen naar het ongeval. In Nederland is deze taak belegd bij de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Deze botsing voldeed aan de criteria voor een dergelijk verplicht onderzoek (zowel in termen van slachtoffers als in termen van materiële schade). Overigens zou de Onderzoeksraad ook zonder deze verplichting het ongeval in onderzoek hebben genomen.

5 In bijlage 6 zijn enkele andere mogelijke oorzaken uitgesloten.

Deze vraag valt uiteen in twee delen:

- Hoe beheersten de betrokken partijen de kans op een botsing als gevolg van een roodseinpassage? (hoofdstuk 3)
- Hoe zorgden de betrokken partijen ervoor dat het letselrisico onder reizigers en personeel bij een eventuele botsing zo veel mogelijk werd beperkt? (hoofdstuk 4)

Hoofdstuk 5 beschrijft de conclusies van het onderzoek en hoofdstuk 6 bevat de aanbevelingen.

### 1.3 Andere onderzoeken

NS en ProRail hebben gezamenlijk onderzoek gedaan om de toedracht en de directe en achterliggende oorzaken te achterhalen om hiervan te leren. Ook doen zij in hun rapport aanbevelingen om herhaling te voorkomen. De directies van NS en ProRail fungeerden als opdrachtgevers van het onderzoeksteam.

De Inspectie van Leefomgeving en Transport heeft een onderzoek gedaan om na te gaan of er overtredingen zijn van de Spoorwegwet, die een rol hebben gespeeld bij het veroorzaken van dit ongeval. De focus lag daarbij op de werking van de veiligheidssystemen van NS en ProRail. Bij het onderzoek heeft de inspectie vooral gekeken naar de manier waarop de aangepaste dienstregeling tot stand is gekomen. Het onderzoek van de inspectie geeft dus geen volledig beeld van het ontstaan van de botsing, dit is onderwerp van het onderzoek van de Onderzoeksraad. Omdat de Onderzoeksraad dit ongeval al onderzoekt, heeft de inspectie zich beperkt tot het enkel vaststellen van de overtredingen vanuit haar bevoegdheid en verantwoordelijkheid als toezichthouder.

De hulpverlening door de hulpdiensten is niet door de Onderzoeksraad onderzocht. Aan de registratie en triage<sup>6</sup> van de slachtoffers is specifiek aandacht besteed in een gezamenlijk door de Inspectie Veiligheid en Justitie en de Inspectie Gezondheidszorg uitgevoerd onderzoek.

Invoering van het Europese treinbeveiligingssysteem ERTMS komt in dit onderzoek niet aan de orde. In het onderzoek naar de treinbotsing bij Barendrecht in 2009 constateerde de Onderzoeksraad al dat er in Nederland onduidelijkheid bestond over het invoeringstempo van dit systeem, terwijl die duidelijkheid er in veel andere landen al wel was.<sup>7</sup> Op 16 februari 2012 presenteerde de parlementaire commissie-Kuiken<sup>8</sup> haar rapport, waarin werd geconcludeerd dat invoering van ERTMS op kosteneffectieve wijze ook in Nederland mogelijk is en dat daarnaar geen verder onderzoek nodig is. De ministerraad nam daarop op 8 juni 2012 het principebesluit dat het Nederlandse spoorwegnet zal worden voorzien van het systeem.

---

6 Triage is het beoordelen van slachtoffers bij grote ongevallen in verschillende categorieën verdeeld naar de ernst van de verwondingen. Het doel is om te bepalen welke patiënten het eerste medische hulp nodig hebben en welke patiënten korte of lange tijd kunnen wachten op hulp.

7 Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2011, Treinbotsing bij Barendrecht op 24 september 2009 en aanpak van de STS-problematiek.

8 Tweede Kamer, vergaderjaar 2011–2012, 32 707, nr. 9, Parlementair onderzoek onderhoud en innovatie spoor.

Begin 2013 zal een overzicht verschijnen met de planning en volgorde waarin ERTMS zal worden ingevoerd.<sup>9</sup>

## 1.4 Beoordelingskader

De Onderzoeksraad hanteert vijf uitgangspunten om te beoordelen hoe de partijen hun risico's beheersen:<sup>10</sup>

1. De veiligheidsaanpak is gebaseerd op kennis van de veroorzakingsmechanismen van alle gevaren.
2. De veiligheidsaanpak is realistisch en expliciet vastgelegd.
3. De veiligheidsaanpak wordt uitgevoerd en gehandhaafd.
4. De veiligheidsaanpak is een verantwoordelijkheid van het management.
5. De veiligheidsaanpak wordt doorlopend geëvalueerd en waar nodig aangepast.

Partijen moeten ook samenwerken om te voldoen aan bovenstaande uitgangspunten. Partijen hebben niet alleen een individuele verantwoordelijkheid, maar ook een gezamenlijke verantwoordelijkheid voor het systeem als geheel. De partijen moeten bijvoorbeeld gezamenlijk de risico's beheersen, als er bij één partij een gevaar ontstaat dat gevolgen kan hebben voor een andere partij, of als die andere partij juist kan helpen om het risico van de veroorzakende partij te beheersen.

## 1.5 Belangrijkste partijen en hun verantwoordelijkheden

In deze paragraaf staat in het kort welke partijen een rol spelen bij deze botsing. Een uitgebreider overzicht is te vinden in bijlage 5.

### *NS*

NS verzorgt openbaar treinvervoer in Nederland. Beide treinen die bij Amsterdam Westerpark op elkaar zijn gebotst, reden onder verantwoordelijkheid van NS. NS was daarbij onder meer verantwoordelijk voor:

- aanschaf en onderhoud van de treinen;
- het in te zetten personeel;
- de planning (dienstregeling) volgens welke het bedrijf de treinen wil laten rijden. Voor deze dienstregeling doet NS een aanvraag bij ProRail, die de gewenste dienstregeling afstemt met de aanvragen van andere vervoerders.

### *ProRail*

ProRail heeft als taak het Nederlandse spoorwegnet zodanig te exploiteren dat er op een veilige en doelmatige manier gebruik van kan worden gemaakt. Daartoe heeft ProRail drie kerntaken:

---

<sup>9</sup> Brief van de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu aan de Tweede Kamer, 23 november 2012.

<sup>10</sup> Zie bijlage 3 voor een uitgebreidere toelichting op het beoordelingskader.

- *Nieuwbouw en onderhoud*: ProRail legt spoor aan en onderhoudt de spoorweginfrastructuur. In deze functie is ProRail verantwoordelijk voor de veilige berijdbaarheid van het spoor, zoals de spoorligging en de plaatsing van seinen en wissels.
- *Planning en capaciteitsverdeling*: ProRail wijst infrastructuurcapaciteit toe aan de verschillende vervoerders. Het kan namelijk zo zijn dat meerdere vervoerders in hun dienstregelingsaanvraag op hetzelfde moment van het spoor gebruik willen maken. ProRail lost strijdige dienstregelingsaanvragen op totdat er uiteindelijk een planning is waarin iedere vervoerder op een afgesproken moment gebruik mag maken van het spoorweginfrastructuur.
- *Verkeersleiding*: De verkeersleiding van ProRail geeft het spoor vrij aan vervoerders, zodat deze van het spoorweginfrastructuur gebruik kunnen maken. Bij voorkeur wordt het spoor vrijgegeven op het in de dienstregeling overeengekomen moment. Als er storingen of verstoringen zijn die dit onmogelijk maken, kan de verkeersleiding de planning aanpassen.

#### *Minister van Infrastructuur en Milieu*

Volgens de Derde Kadernota Railveiligheid rust op de minister van Infrastructuur en Milieu de systeemverantwoordelijkheid voor spoorwegveiligheid.<sup>11, 12</sup> Dit betekent dat de minister verantwoordelijk is voor:

- het formuleren van het beleid;
- het functioneren van de wettelijke kaders;
- het initiëren van nieuwe wet- en regelgeving;<sup>13</sup>
- het houden van toezicht op de naleving van de bij of krachtens de Spoorwegwet gestelde bepalingen rondom spoorwegveiligheid. De minister heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) aangewezen om dit toezicht uit te oefenen.

De rol van de minister is kaderstellend. De Spoorwegwet stelt daarnaast dat de spoorbedrijven binnen de gestelde kaders verantwoordelijk zijn voor de veiligheid van de dagelijkse uitvoering. De spoorbedrijven hebben een zorgplicht voor veiligheid. Zij moeten ieder voor zich en gezamenlijk zorgen voor afdoende beheersing van veiligheidsrisico's door passende maatregelen te treffen. In de Derde Kadernota Railveiligheid,<sup>14</sup> waarin het overheidsbeleid voor spoorwegveiligheid vastligt, is uitgewerkt wat hiermee wordt bedoeld. In die Kadernota is aangegeven dat het ALARP-principe<sup>15</sup> de maatstaf is voor afdoende beheersing van de veiligheidsrisico's. Dat principe houdt in dat de verantwoordelijke partijen ervoor moeten zorgen dat zij beschikbare maatregelen nemen tenzij een maatregel aantoonbaar onredelijke kosten en/of consequenties met zich brengt.

<sup>11</sup> Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Veilig vervoeren, veilig werken, veilig leven met spoor. Derde kadernota railveiligheid, juni 2010, p. 24 (Tweede Kamer, vergaderjaar 2009-2010, 29 893, nr. 106).

<sup>12</sup> Volgens het regeerakkoord 2012 valt railverkeer in het kabinet Rutte-II onder de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu. Omdat dit rapport de situatie beschrijft zoals die is geweest voordat dit regeerakkoord van kracht werd, spreekt het rapport steeds van "de minister van Infrastructuur en Milieu."

<sup>13</sup> Een overzicht van de wetgeving is opgenomen in bijlage 4.

<sup>14</sup> Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Veiligheid op de rails. Tweede kadernota railveiligheid, november 2004 (Tweede Kamer, vergaderjaar 2004-2005, 29 893, nrs. 1 en 2); Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Veilig vervoeren, veilig werken, veilig leven met spoor. Derde kadernota railveiligheid, juni 2010 (Tweede Kamer, vergaderjaar 2009-2010, 29 893, nr. 106).

<sup>15</sup> ALARP = As low as reasonably practicable.

De Inspectie valt onder de verantwoordelijkheid van de minister van Infrastructuur en Milieu en handhaaft wet- en regelgeving met betrekking tot het spoor in Nederland. Dit doet de Inspectie op drie manieren: door dienstverlening, toezicht en opsporing. Voor dit onderzoek is vooral de toezichthoudende taak relevant.

De Inspectie geeft namens de minister veiligheidsattesten af aan spoorwegondernemingen, waaronder NS. Daartoe beoordeelt de Inspectie of het veiligheidsmanagementsysteem van een spoorwegonderneming naar behoren functioneert. Op eenzelfde manier beoordeelt de Inspectie het veiligheidsmanagementsysteem van ProRail voor het verlenen van de beheerconcessie. Tot slot onderzoekt de Inspectie ongevallen, incidenten en onregelmatigheden. De Inspectie treedt handhavend op als zij tekortkomingen of overtredingen constateert van wet- en regelgeving.

#### *Europese Unie*

De Europese Unie stelt richtlijnen op die Europese lidstaten moeten omzetten in nationale wetgeving. Deze richtlijnen hebben doorgaans een eenvormige Europese markt als doel, met een uniforme organisatie en gelijke kansen voor iedere marktpartij. Voor dit onderzoek zijn vooral de volgende richtlijnen relevant:

- Richtlijn 2001/14/EG (administratieve scheiding tussen vervoerders en infrastructuurbeheerders)
- Richtlijn 2004/49/EG (Spoorwegveiligheidsrichtlijn)

Deze worden in het rapport waar nodig verder toegelicht.



### 2.1 Inleiding

Op zaterdagavond 21 april 2012 om 18.22 uur botsten twee passagierstreinen frontaal op elkaar. Daarbij raakten minimaal 190 personen gewond. Eén van hen is op de dag na het ongeval aan de verwondingen overleden.<sup>16</sup> Het ongeval gebeurde nabij het centrum van Amsterdam ter hoogte van het Westerpark, tussen de stations Amsterdam Centraal en Amsterdam Sloterdijk. Tussen station Sloterdijk en Zaandam vonden in dat weekend grootschalige werkzaamheden aan het spoor plaats, waardoor de treinenloop volgens een aangepaste dienstregeling en over een verminderd aantal sporen plaatsvond.

Bij het ongeval waren een sprinter en een intercity betrokken. De sprinter bestond uit zes enkeldeksrijtuigen en reed van Rotterdam Centraal via Breukelen en Amsterdam Centraal naar Uitgeest.<sup>17</sup> De intercity bestond uit zes dubbeldeksrijtuigen en was op weg van Den Helder via Amsterdam Centraal naar Nijmegen.<sup>18</sup>

Arcadis heeft in opdracht van de Onderzoeksraad aanvullend technisch feitenonderzoek verricht naar het ongeval bij Amsterdam Westerpark. De rapportage van dit feitenonderzoek kan gedownload worden op de website van de Onderzoeksraad [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl).

### 2.2 De ongevalslocatie

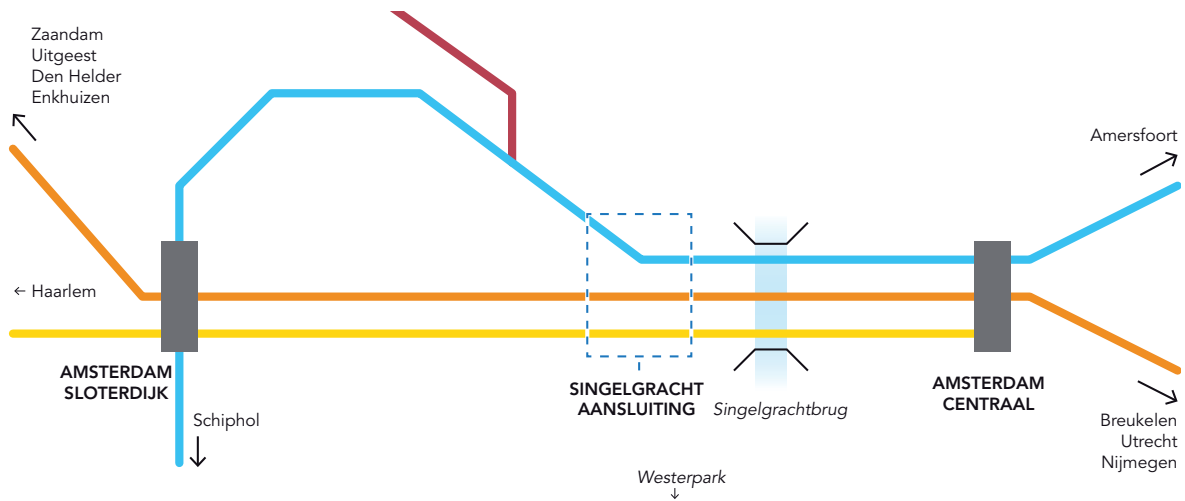
De plaats van de botsing staat ook wel bekend als de Singelgracht Aansluiting (zie figuur 1). Dit is een 'voorsorteervak', waar de treinen van en naar Haarlem, Zaandam en Schiphol van spoor kunnen wisselen, voordat zij op het zessporige baanvak naar Amsterdam Centraal terecht komen (zie de luchtfoto in figuur 2).

---

<sup>16</sup> In dit rapport worden om privacyredenen alle personen en functionarissen met de mannelijke vorm aangeduid.

<sup>17</sup> Trein 4058, treinstel 2658.

<sup>18</sup> Trein 3067, treinstel 8711.



Figuur 1: Schematische ligging van de ongevalslocatie. Zie figuur 3 voor een gedetailleerde weergave van de botsingslocatie.



Figuur 2: Luchtfoto van de ongevalslocatie. Foto: KLPD.

### 2.3 De verkeersleiding

De treindienstleider was 's middags in dienst gekomen en bediende de werkplek Singelgracht, die (bij benadering) loopt van Amsterdam Sloterdijk tot en met Singelgracht Aansluiting.

Vanwege werkzaamheden aan het spoor was de planning aangepast. Tussen Amsterdam Sloterdijk en Singelgracht Aansluiting moesten treinen in twee richtingen van één enkel spoor gebruikmaken (enkelspoorbedrijf). Omdat treinen onnodig op elkaar moesten wachten, overlegde de treindienstleider met zijn collega-treindienstleider die Amsterdam Centraal bediende. Zij besloten de rest van de dag sommige treinen over andere sporen te leiden dan in de planning was opgenomen om de afwikkeling van het treinverkeer beter te laten verlopen.

Vanwege het enkelspoorbedrijf werkte de treindienstleider die dag vooral handmatig en niet, zoals gebruikelijk, met hulp van de Automatische Rijweginstelling (ARI). De treindienstleider vreesde namelijk dat ARI twee treinen in tegengestelde richting het enkelspoor op zou sturen. De treinen zouden elkaar dan halverwege voor een rood sein tegenkomen. Een van de twee treinen zou dan terug moeten rijden.

Door de handmatige bediening was de treindienstleider actief bezig met het treinverkeer. Hij keek afwisselend op verschillende plaatsen in zijn gebied of hij voor treinen een stuk spoor kon vrijgeven. Nadat een vertraagde goederentrein Singelgracht Aansluiting was gepasseerd, kon hij het spoor vrijgeven voor de intercity Den Helder - Nijmegen, die even op deze goederentrein moest wachten. Na die intercity zou de sprinter Rotterdam - Breukelen - Uitgeest in tegengestelde richting het enkelspoor op kunnen rijden. Voordat hij die treinbeweging kon vrijgeven, keek de treindienstleider nog even bij station Sloterdijk. Achter de intercity reed namelijk nog een andere trein die inmiddels ook zijn aandacht nodig had.

Toen de treindienstleider zijn aandacht weer richtte op Singelgracht Aansluiting, zag hij een storingsmelding in een wissel. Bovendien zag hij dat niet alleen de intercity, maar ook de sprinter zich in dit wissel bevond. De treindienstleider en zijn teamleider die toevallig net langsliiep, dachten direct aan een botsing.

## **2.4 De intercity**

De intercity (trein 3067) werd bestuurd door een machinist in opleiding. Hij werd begeleid door een mentormachinist.<sup>19</sup> Voorafgaand aan de botsing hadden zij samen die dag al twee ritten gereden, waarvan de laatste eindigde in Den Helder. Na een pauze reden zij de intercity van Den Helder naar Nijmegen.

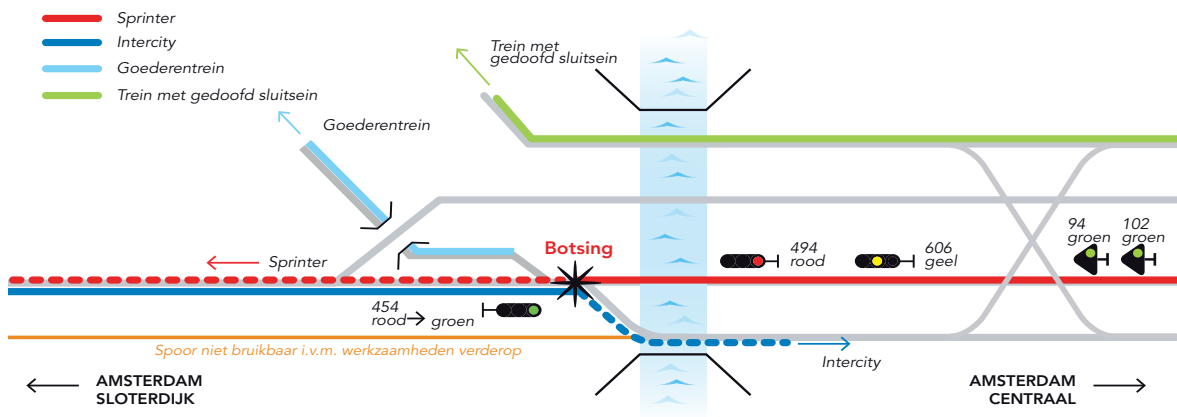
Om 18.11 uur kwam de intercity aan op spoor 4 op Amsterdam Sloterdijk. In verband met de werkzaamheden tussen station Amsterdam Sloterdijk en station Zaandam was dit een ander spoor dan gebruikelijk. De dienstregeling van de trein was als gevolg hiervan aangepast. Om 18.18 uur vertrok de intercity volgens de aangepaste dienstregeling richting Amsterdam Centraal. Bij de nadering van Singelgracht Aansluiting zag de machinist een geel sein (sein 1302). Dit gele sein kondigt aan dat het volgende sein op dat moment rood toont.

---

<sup>19</sup> Beide machinisten zijn volledig bevoegd.

De machinist moest na het passeren van dit sein volgens instructie snelheid minderen en zich voorbereiden om te stoppen voor het volgende sein. Toen de trein dit volgende sein (sein 454) voor Amsterdam Singelgracht Aansluiting bereikte, toonde dit inderdaad rood. De machinist bracht de intercity tot stilstand voor het rode sein (zie figuur 3).

### SINGELGRACHT AANSLUITING



Figuur 3: Schematische weergave van de treinloop rond het ongeval. Voor de overzichtelijkheid is de ligging van de sporen indicatief en zijn niet alle sporen, seinen en wissels weergegeven.

De machinist zag een goederentrein passeren. Toen deze trein de wissels had vrijgemaakt, werd sein 454 voor zijn trein groen. Op die plaats betekent dat: 80 km/uur toegestaan. Ook de automatische Treinbeïnvloeding gaf in de cabine een maximumsnelheid aan van 80 km/uur. De machinist zette de intercity weer in beweging. De machinist voerde de snelheid op tot ruim 50 km/uur, want kort na het sein moet de snelheid worden teruggebracht van 80 km/uur naar 60 km/uur.

Op dat moment versprong de signalering in de cabine: deze stond niet langer 80 km/uur toe maar ging terug naar geel.<sup>20</sup> Dat wil zeggen dat de machinist rekening moest houden met het (weer) tot stilstand brengen van de trein. Een dergelijke terugval van de cabinesignalering is normaal als de trein net een geel sein passeert, maar dat was hier niet het geval. Treedt zo'n terugval op in een andere situatie, dan wijst het op een mogelijk gevaarlijke situatie. Het kan zijn dat de voor de trein vrijgegeven sporen dan niet langer veilig berijdbaar zijn. In dit geval werd dit veroorzaakt doordat de sprinter, waarmee de intercity even later zou botsen, inmiddels op een spoorgedeelte reed dat ook door de intercity zou worden bereden.

De machinist in opleiding zag dat de sprinter over de Singelgrachtbrug was gereden richting het door de intercity te berijden spoor. Hij zette hierop direct een remming in. De mentormachinist reageerde gelijktijdig en pakte dezelfde remhendel. Samen zetten ze een snelremming in. Een van hen ontstak nog het gevaarsein (twee rode lampen en een gele lamp) om de tegemoetkomende trein te waarschuwen. Vervolgens probeerden beiden de cabine te verlaten, maar slaagden daar niet tijdig in.

<sup>20</sup> De machinist in opleiding verklaart dat de cabinesignalering terug is gegaan naar geel-6 (60 km/uur). Uit de Automatische Ritregistratie van de trein blijkt dat de cabinesignalering dit beeld niet getoond heeft, maar is teruggegaan naar geel. Dit gebeurde enkele seconden voordat het afrembord voor 60 km/uur werd gepasseerd. De machinist hoort in beide gevallen dezelfde gongslag.

## 2.5 De sprinter

De machinist<sup>21</sup> van de sprinter begon om 16.35 uur aan zijn dienst. Eerst reed de machinist een trein van Enkhuizen naar Amsterdam Centraal. Na een pauze van 25 minuten stapte de machinist over op de sprinter (trein 4058). De dienstregeling van deze trein was eveneens aangepast in verband met de werkzaamheden voorbij station Amsterdam Sloterdijk. Kort voor vertrek bespraken de machinist en de conducteur een geplande stop van één minuut bij Singelgracht Aansluiting die in de gewijzigde dienstregeling was opgenomen.

Op de geplande vertrektijd kreeg de machinist toestemming om te vertrekken: sein 102 langs spoor 7a werd groen en sein 94 even verderop langs het perron werd, in eerste instantie, geel (zie figuur 3). Om 18.20 uur vertrok de sprinter volgens de gewijzigde dienstregeling van spoor 7a naar Singelgracht Aansluiting. Terwijl de trein wegreed, zag de machinist sein 94 nog groen worden: dat wil zeggen dat de machinist niet langer op een stop voor het volgende sein hoeft te rekenen, en 40 km/uur mag rijden. De snelheid van de trein ging naar ongeveer 35 km/uur.<sup>22</sup>

Na de wisselstraat aan de westzijde van Amsterdam Centraal volgde een bord dat aangaf dat een snelheidsverhoging naar 60 km/uur toegestaan was. In overeenstemming hiermee klonk er een ATB-gongslag in de cabine en kreeg de machinist in de cabinesignalering 'geel 6'. De machinist verhoogde de treinsnelheid van 35 km/uur naar 43 km/uur. Na 170 meter, net voor het viaduct richting de Singelgrachtbrug, volgde sein 606 (zie figuur 4), dat geel toonde (afremmen naar 40 km/uur en rekenen op stop voor het volgende sein). Ook de cabinesignalering van de ATB ging weer terug naar geel. De machinist liet de snelheid van 43 km/uur iets terugzakken naar 40 km/uur.



Figuur 4: Sein 606 is het middelste van vijf seinen op een rij en staat opgesteld net na het verlaten van Amsterdam Centraal. De foto is genomen op de dag na de botsing. Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid.

Vanaf het vertrek uit Amsterdam Centraal en gedurende de rit naar de Singelgrachtbrug trok een andere trein de aandacht van de machinist. Deze trein bevond zich ten opzichte van de sprinter twee sporen verder naar rechts en circa 280 meter verder naar voren.

<sup>21</sup> De machinist van de Sprinter is volledig bevoegd en heeft ruim 10 jaar ervaring als machinist en heeft wegbekendheid op het baanvak Amsterdam - Uitgeest.

<sup>22</sup> Dit is herleidbaar uit de Automatische Ritregistratie van de trein.



De machinist dacht te zien dat deze trein reed met slechts één rood sluitsein (achterlicht) in plaats van twee, zoals voorgeschreven. De machinist kon dit niet goed zien en bleef op de trein letten.

Zo reed de machinist richting sein 494 bij Singelgracht Aansluiting. Dit sein is net voor de Singelgrachtbrug geplaatst (zie figuur 5). Bij dit sein eindigde de rijweg die de treindienstleider voor de sprinter had ingesteld. Dit houdt in dat het sein bij de nadering op rood stond. Ook de signalering van de ATB in de cabine van de trein gaf al sinds het voorgaande sein 'geel' aan, wat in deze situatie betekent dat de trein een rood sein naderde.<sup>23</sup> De ATB bewaakte ook dat de trein het sein niet sneller zou naderen dan 40 km/uur.



Figuur 5: Sein 494 is het vierde sein van links en staat opgesteld net voor de Singelgrachtbrug. De foto is genomen op de dag na de botsing; de sprinter was toen al weggesleept. Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid.

De machinist verklaart dat hij had gezien dat sein 494 voor de Singelgrachtbrug geel toonde. De machinist verwachtte volgens de gewijzigde dienstregeling een rood sein en verbaasde zich erover dat het sein geel was. De machinist leidde daaruit af dat de stop die op het dienstkaartje<sup>24</sup> was vermeld, en die ook was aangekondigd door het voorgaande, geel tonende sein 606, op die plaats niet langer nodig was.<sup>25</sup>

Omdat de machinist in zijn beleving niet langer voor sein 494 hoefde te stoppen, besloot hij om door te geven dat het sluitsein van de andere trein niet op de voorgeschreven manier brandde. Circa 350 meter (31 seconden) voor sein 494 drukte de machinist de knop 'onderling verkeer' in op het in de trein gemonteerde GSM-R-telefoonstelsel.

23 Het laatst gepasseerde sein geeft informatie over het volgende sein. Zo wordt ieder rood sein voorafgegaan door een geel sein. De ATB toont geel in de cabine, zodra de trein een geel sein voorbijrijdt en blijft bij ongewijzigde omstandigheden dit beeld vasthouden tot het volgende sein. Vandaar dat de ATB geel toont bij nadering van een rood sein. Als sein 494 voorbijrijden had toegestaan, was het voorgaande sein groen geweest. De cabine-signaleringshad dan de ter plaatse geldende maximumsnelheid van 80 km/uur aangegeven.

24 Een dienstkaartje geeft in tabelvorm de tijden weer waarop een trein volgens de dienstregeling in stations moet aankomen en vertrekken. Ook tussenpunten onderweg (zoals Singelgracht Aansluiting) staan erop vermeld. De machinist gebruikt het om te kunnen beoordelen of hij op tijd rijdt. Seinen en sporen staan op het kaartje niet vermeld. De stop op het dienstkaartje was opgenomen omdat de sprinter in de planning nog een tweede intercity moest laten voorgaan. Dit heeft de verkeersleiding gedurende dag aangepast, waardoor deze geplande stop in principe niet meer nodig was. Dat de stop op het dienstkaartje vermeld was, was een gevolg van de geplande (en nu niet meer van toepassing zijnde) situatie. De sprinter kreeg nu een rood sein vanwege de afhandeling van de goederentrein. Dat hiertoe hetzelfde sein op hetzelfde moment op rood stond als op het dienstkaartje was vermeld, is toevallig.

25 Het seinbeeld is in deze situatie leidend.

Daarmee startte de machinist een groepsgesprek met alle treinen in de directe omgeving. Het bedienen van het GSM-R-toestel in een groepsgesprek vereist meer aandacht van een machinist dan een normaal gesprek. De machinist moet namelijk meer bedienhandelingen uitvoeren als hij wil spreken. Twee machinisten van naburige treinen reageerden hierop. De machinist beantwoordde de oproepen van deze machinisten niet, omdat hij zijn aandacht bij de seinen wilde houden.

De machinist reed langs sein 494 en over de Singelgrachtbrug. Ook daarna bleef hij in de veronderstelling dat het sein dat hij gepasseerd was, geel toonde. Circa 300 meter nadat de trein het sein voorbij was gereden, kwam de sprinter te rijden op hetzelfde spoor waarop de intercity uit tegenovergestelde richting naderde. Op dat moment ontving de sprinter ook het signaal over de toegestane snelheid dat voor de intercity gold.<sup>26</sup> De ATB-cabinesignalering veranderde zodoende kort voor de botsing van 'geel' (rekenen op stop) in '60 km/uur toegestaan'.

De machinist van de sprinter wist op dat moment niet dat hij in het spoor van de intercity reed. Uit de cabinesignalering leidde hij af dat de seinen nu een hogere snelheid toestonden, zodat hij niet langer op een stop hoefde te rekenen. De machinist voerde de snelheid wat op en keek nogmaals naar het sluitsein van de trein die rechts voor hem reed. De machinist stelde nu met zekerheid vast dat er maar één sluitsein brandde.

Toen de machinist weer voor zich keek, zag hij de intercity recht op zich afkomen. Deze voerde het gevarensin: twee rode lampen en één gele lamp op de voorzijde. Toen hij dit zag, zette de machinist onmiddellijk een snelremming in.<sup>27</sup> Kort daarop volgde de frontale botsing.

## **2.6 Gevolgen van de botsing**

De botsing vond plaats in een flauwe bocht. Beide machinisten hebben voor de botsing krachtig geremd. Vlak voordat de remming werd ingezet, reed de intercity ongeveer 53 km/uur en de sprinter 43 km/uur. Toen de treinen elkaar raakten, had de intercity nog een snelheid van ongeveer 25 tot 30 km/uur en de sprinter een snelheid van ongeveer 20 km/uur.

### **2.6.1 Betrokken treinen**

#### *Intercity*

De intercity is een dubbeldekker met zes rijtuigen van het type VIRM-2 (Verlengd Interregio Materieel, zie figuur 6). De intercity heeft een lengte van 162 meter, een leeggewicht van 346.000 kg, 704 zitplaatsen en 276 staanplaatsen.

---

<sup>26</sup> Treinen met ATB ontvangen met een antenne de toegestane snelheid uit het spoor waarop zij rijden, en geven deze snelheid weer in de cabinesignalering.

<sup>27</sup> Na het inzetten van de snelremming bereed de sprinter nog een wissel. Dit wissel lag in afbuigende stand, zodat de intercity het enkelsporige gedeelte kon verlaten en terug kon rijden naar zijn normale spoor. Het wissel werd nu door de sprinter geforceerd in de rechtdoorgaande stand (dit heet het openrijden van een wissel). Het wissel kwam daarmee uit de vergrendelde, afbuigende stand. De cabinesignalering van de sprinter reageerde daarop met een gongslag en toonde weer geel.



Treinen van dit type zijn in de periode 2003-2005 in gebruik genomen en zijn een aangepaste en verlengde versie van de DD-IRM, een type dat in het midden van de jaren negentig in gebruik werd genomen. In totaal beschikt NS over 178 treinen van het type VIRM (ongeveer 27 procent van het totaal aantal treinstellen dat NS in gebruik heeft). De oorspronkelijke treinen van het type VIRM zijn door NS en Talbot ontworpen en gebouwd. Latere series zijn door Bombardier gebouwd, nadat zij Talbot hadden overgenomen.



*Figuur 6: Boven: buitenaanzicht van de intercity. Foto: Maurits Vink. Onder: interieur (benedenverdieping) van dit type intercity. Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

De intercity is ontwikkeld om reizigers comfortabel te vervoeren over middellange en lange afstanden. Op de bovenverdieping van de intercity zijn de stoelen tegenover elkaar opgesteld.<sup>28</sup> Op de benedenverdieping staan de stoelen voornamelijk twee aan twee achter elkaar.<sup>29</sup>

### *Sprinter*

De sprinter, van het type SLT (Sprinter LightTrain, zie figuur 7), bestaat uit zes rijtuigen. De treinen van dit type zijn door een consortium van Bombardier en Siemens gebouwd en in de periode 2009-2012 in gebruik genomen. De sprinter heeft een lengte van 100 meter, een leeggewicht van 176.000 kg, 322 zitplaatsen en 288 staanplaatsen. Treinen van dit type zijn door het consortium voor NS ontwikkeld. In totaal beschikt NS over 131 treinen van dit type (ongeveer 20 procent van het totaal aan treinstellen dat NS momenteel in gebruik heeft).



*Figuur 7: Boven: buitenaanzicht van de sprinter. Foto: Ad Boer. Onder: voorbeeld van het open interieur van de sprinter. Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

<sup>28</sup> Tegenover elkaar opgestelde stoelen worden in de literatuur ook aangeduid als 'vis-à-vis' of 'bay'.

<sup>29</sup> Twee aan twee achter elkaar geplaatste stoelen worden in de literatuur ook aangeduid als 'coach'.

De sprinter is ontwikkeld om een groot aantal passagiers te vervoeren over kortere afstanden. De trein wordt vooral ingezet op drukke trajecten in de Randstad. Om het in- en uitstappen te vergemakkelijken, zijn er veel en brede deuren, zijn de balkons<sup>30</sup> ruim en is er een gelijkvloerse instap. Voor de sociale veiligheid is er een transparant interieur, wat vooral tot uiting komt in de vele open balkons en een doorkijk door de hele trein doordat deuren tussen de rijtuigen ontbreken. De stoelen staan deels tegenover elkaar en deels twee aan twee achter elkaar opgesteld. Twee rijtuigen beschikken in het midden over een open ruimte, waarin klapstoelen zijn geplaatst met de rugleuning tegen de zijwand. Deze open ruimten met vooral staanplaatsen maken het mogelijk om op drukke momenten meer passagiers te kunnen vervoeren.

### 2.6.2 Schade aan de treinen



*Figuur 8: De treinen na de botsing. Foto boven: ANP-Jerry Lampen. Foto onder: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

#### *Intercity*

Bij de botsing is de cabine van de intercity vervormd. Daardoor is de stuurtafel ongeveer 0,5 meter naar achteren verplaatst en over de stoel van de machinist geschoven. Een op de stuurtafel gemonteerde airco is mee naar achteren verplaatst (zie figuur 9).

---

30 Het balkon is het deel van de trein waar reizigers in- en uitstappen.





*Figuur 9: Boven links: beschadigd front van intercity, rechts: de naar achteren verschoven airco. Onder: schade aan de stuurtafel. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

Bij de botsing is de koppeling aan het uiteinde van de trein ongeveer 0,3 meter naar binnen gedrukt. De koppelingen tussen de rijtuigen zijn bezweken, waarna de rijtuigen onderling zijn gebotst. Hierdoor zijn de kopse kanten van de rijtuigen vervormd. De rijtuigen zijn ook vervormd ter hoogte van de overgang tussen het balkon en het reizigercompartment.

In het interieur zijn vooral stoelen beschadigd en zijn onderdelen losgekomen, zoals plafondplaten en lichtbakken.



Figuur 10: Boven: beschadigde uiteinden van rijtuigen. Onder links: vervormde stoel, rechts: beschadigde stoel. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.

### *Sprinter*

Bij de botsing is de cabine van de sprinter niet zichtbaar vervormd. Wel is de kunststof beplating van de neus vernield. Onder deze neus bevinden zich crash-absorbers. Dat zijn elementen die bedoeld zijn om bij een botsing een deel van de botsingsenergie op te nemen. De crash-absorbers onder de voorruit zijn omhoog gebogen (zie figuur 11a). De crash-absorbers naast de koppeling zijn opzij gebogen. De koppeling zelf is ongeveer 1,3 meter ingedrukt.

In de verbinding tussen de rijtuigen bevinden zich ook crash-absorbers. Bij de botsing zijn deze tussen de eerste vier rijtuigen maximaal ingedrukt. De crash-absorbers tussen de overige rijtuigen zijn gedeeltelijk of niet ingedrukt.



*Figuur 11a: Boven links: beschadigde cabine sprinter, rechts: beschadigd front van de sprinter. Onder: idem na volledig verwijderen kunststof neus. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

De reizigerscompartmenten van de sprinter zijn niet zichtbaar vervormd. Wel zijn in het interieur diverse glazen scheidingswanden gebroken. Een aantal stangen waaraan deze scheidingswanden zijn bevestigd, zijn bij de verbinding met het plafond afgebroken. Daarnaast zijn sommige stangen voor houvast, hoofdsteunen en platen aan de achterzijde van stoelen vervormd (zie figuur 11b). Ook is een aantal plafondplaten gedeeltelijk losgekomen.





Figuur 11b: Boven links: afgebroken bevestiging sponning, rechts: vervormde stang voor houvast. Onder links: glazen wand, rechts: vervormde stoelen. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.



### 2.6.3 Letsel onder inzittenden

Het aantal inzittenden wordt op basis van gegevens van NS en het KLPD geschat op 425 personen (3 machinisten, 2 hoofdconducteurs en 420 passagiers<sup>31, 32</sup>).

De Onderzoeksraad verzamelde informatie over het ontstane letsel onder de inzittenden, die zelf beschreven welk letsel zij hadden opgelopen en de wijze waarop dit was ontstaan. De Raad ontving informatie van 247 personen in de reizigersgedeelten (passagiers en conducteurs) en van de drie machinisten: in totaal 250 inzittenden.<sup>33</sup> Informatie over de aard van het letsel en de plaats op het lichaam waar het letsel ontstond, kan inzicht geven in de wijze waarop dit letsel ontstond.

De inzittenden beschreven het opgelopen letsel als volgt:

- Hoofd en nek: een bult op het hoofd, een lichte hersenschudding, en meer ingrijpend letsel zoals een gebroken wervel of een hersenschudding leidend tot tijdelijk verlies van bewustzijn.
- Gezicht: een bloedneus, een tand door de lip, een schaafwond in het gezicht, en een gebroken neus of een ontwrichte kaak.
- Borst: een blauwe plek op de rug, een bloeduitstorting op de borst en een gekneusde rib of borstbeen, of gebroken ribben en een scheur in het borstbeen.
- Buik: een blauwe plek op de buik of beschadigde organen zoals de lever.
- Armen en benen: een blauwe plek op de arm en een schaafwond of kneuzing van de elleboog tot een gebroken enkel, een gebroken knieschijf en een open botbreuk aan het onderbeen.

De gerapporteerde letsels zijn geclassificeerd met letselschalen die gangbaar zijn voor onderzoek naar letsels bij transportongevallen.<sup>34</sup> Voor dit onderzoek is een onderscheid gemaakt tussen licht en ernstig letsel. Onder het lichte letsel vallen verwondingen die snel genezen en het leven van betrokkenen niet of beperkt beïnvloeden, zoals blauwe plekken, bloedneuzen of schaafwonden.<sup>35</sup> Onder het ernstige letsel vallen verwondingen die een behandeling vereisen, zoals breuken en inwendige bloedingen.<sup>36</sup> Tabel 1 bevat een overzicht van de ernst van het letsel per trein. Deze tabel laat zien dat een groot aantal inzittenden van beide treinen verwondingen heeft opgelopen, het merendeel niet ernstig.

Van de 128 bij de Onderzoeksraad bekende inzittenden uit de intercity rapporteerden er 93 dat zij letsel hadden. Uit het onderzoek bleek dat het in negen gevallen om ernstig letsel ging.

---

31 De Onderzoeksraad heeft geen informatie over het exacte aantal inzittenden, omdat gegevens over het aantal inzittenden in een trein niet geregistreerd worden.

32 Onder de 420 passagiers bevonden zich nog twee NS-personeelsleden die in hun vrije tijd met een van de treinen reisden.

33 Zie voor een toelichting bijlage 1 'Onderzoeksverantwoording'.

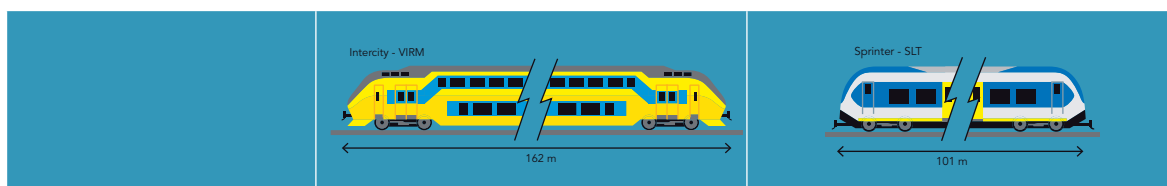
34 Bijlage 7 bevat een toelichting op de letselschalen die voor dit onderzoek zijn gebruikt. Deze internationaal gangbare letselschalen, de Abbreviated Injury Scale (AIS) en de Injury Severity Score (ISS), zijn afkomstig uit de traumatologie.

35 In de letselschalen: AIS 1 en ISS 1-3.

36 In de letselschalen: AIS  $\geq 2$  en ISS  $\geq 4$ .

Van de 121 bij de Onderzoeksraad bekende inzittenden uit de sprinter rapporteerden er 96 dat zij letsel hadden. Uit het onderzoek bleek dat het in veertien gevallen om ernstig letsel ging.

Het percentage gewonde inzittenden kan niet berekend worden, omdat zowel het totaal aantal gewonde personen als het totaal aantal mensen in de treinen niet met zekerheid is vast te stellen. Maar ook als uitgegaan wordt van de hoogste raming van het aantal inzittenden (425), is er nog altijd sprake van verwondingen bij circa de helft van alle inzittenden.



	Totaal	Geen	Licht	Ernstig	Overleden	Geen	Licht	Ernstig	Overleden
Machinisten	3	0	1	1	0	0	1	0	0
Passagiers	247 <sup>37</sup>	35	82	8	1	25	81	14	0
<b>Totaal</b>	<b>250</b>	<b>35</b>	<b>83</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>82</b>	<b>14</b>	<b>0</b>

Tabel 1: Aantallen gewonden in beide treinen (voor zover bekend bij de Onderzoeksraad).

Uit het door inzittenden gerapporteerde letsel blijkt dat een groot aantal inzittenden meer dan één verwonding opliep.<sup>38</sup>

- De meeste letsels die gemeld zijn betroffen de ledematen en het gezicht, gevolgd door de borstregio en het hoofd.
- Door de inzittenden van de sprinter is meer en ernstiger letsel gemeld dan in de intercity, met name aan het hoofd en in de borstregio.
- In beide treinen is melding gemaakt van nekletsel.
- De machinist van de sprinter liep licht buikletsel op. Buikletsel bij passagiers is alleen gemeld in de intercity. Het ging om drie meldingen, waarvan twee ernstig. Een van de inzittenden van de intercity is een dag later overleden.

<sup>37</sup> Van één ernstig gewonde is de trein waarmee gereisd werd niet bekend.

<sup>38</sup> Bijlage 8 geeft een overzicht van de gerapporteerde verwondingen.

## 3 HET ONTSTAAN VAN DE BOTSING

---

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk volgt een analyse van de zaken die een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van de botsing. Voor verschillende actoren wordt nagegaan hoe zij hebben gehandeld en welke ondersteuning zij hierbij hebben gehad. De ondersteuning bepaalt voor een belangrijk deel hoe mensen handelen. Deze zaken kunnen daarom niet los van elkaar worden beschouwd. Het hoofdstuk is als volgt gestructureerd:

- Als een trein een rood sein nadert, moet de machinist de trein tot stilstand brengen (paragraaf 3.2). Als een machinist door rood dreigt te rijden, zijn er systemen die kunnen ingrijpen (paragraaf 3.3).
- Als een trein door rood is gereden, kunnen er nog maatregelen worden genomen om een botsing te voorkomen. Zo kan de treindienstleider, die het treinverkeer in het gebied overziet, de desbetreffende trein en eventuele andere treinen in de omgeving laten stoppen (paragraaf 3.4).
- Behalve ingrepen die plaatsvinden ná het passeren van een rood sein, zijn ook maatregelen denkbaar die kunnen helpen voorkomen dat een machinist in de situatie komt dat hij voor rood moet stoppen. Dit kunnen maatregelen zijn in de dienstregeling en maatregelen van de verkeersleiding (paragraaf 3.5).
- Het hoofdstuk eindigt met wat de spoorpartijen op dit moment al doen om de kans op een botsing te beheersen (paragraaf 3.6).

Intergo heeft in opdracht van de Onderzoeksraad aanvullend onderzoek naar human factors verricht in het kader van het ongeval bij Amsterdam Westerpark. Enerzijds is gekeken naar de rol van de machinist, anderzijds naar de rol van de treindienstleider. De rapportages van dit onderzoek kunnen gedownload worden op de website van de Onderzoeksraad [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl).

### 3.2 Taakuitvoering machinist

#### *Het begin van de rit*

De machinist van de sprinter had ruime ervaring (circa tien jaar) en reed regelmatig het traject Amsterdam Centraal - Amsterdam Sloterdijk. De dag voor het ongeval had de machinist dit traject nog gereden. Ook de rit voorafgaand aan de botsing betrof dit traject, in tegenovergestelde richting.

De machinist was, zoals gebruikelijk, in het bezit van een dienstkaartje met daarin alle ritten voor de desbetreffende dienst. Daarop is elke rit uitgeschreven als een lijst van zogenoemde dienstregelpunten (geplande stops, maar ook andere relevante punten in de dienstregeling) met daarbij steeds de geplande tijd van het passeren van die punten.

De machinist had opgemerkt dat er op het dienstkaartje een stop was gepland bij Singelgracht Aansluiting.

Daarmee overeenkomstig was sein 606 na vertrek uit Amsterdam geel. Een geel sein betekent voor een machinist dat het daaropvolgende sein op dat moment rood is en dat de snelheid hierop moet worden aangepast (niet harder rijden dan 40 km/uur en rekenen op stop voor het volgende sein). De machinist volgde dit sein op. De machinist verklaarde dat hij vervolgens sein 494 heeft waargenomen, en dat dit sein tot zijn verrassing geen rood toonde, maar geel. De machinist maakte daaruit op dat de geplande stop niet langer noodzakelijk was, en reed door.

#### *Sein 494 was rood*

De Onderzoeksraad heeft vastgesteld dat vanaf sein 494 geen rijweg was ingesteld op het moment van passeren en dat het sein rood moet hebben getoond.<sup>39</sup> De kleur van het getoonde seinbeeld is niet rechtstreeks geregistreerd. Dit wordt niet opgeslagen bij dit type beveiligingsinstallatie. De seinstanden zijn ook niet geregistreerd op bijvoorbeeld videobeelden.

Er zijn wel verschillende indicaties waaruit blijkt dat het sein rood moet hebben getoond.

- Uit de toestand van de beveiligingsinstallatie zoals die na de botsing is aangetroffen, bleek dat er een rijweg was ingesteld en nog was vastgelegd voor de intercity. Dat betekent dat de beveiligingsinstallatie het spoor voor de sprinter niet kan hebben vrijgegeven door middel van een geel of groen sein. Daarvoor moest namelijk een wissel worden omgelegd dat nog vergrendeld was voor gebruik door de intercity.
- Uit registraties van de verkeersleidingssystemen blijkt dat er voor de sprinter niet geprobeerd is een rijweg vrij te geven, noch dat het sein anders dan rood heeft getoond.

#### *Waarom heeft de machinist een geel sein waargenomen, terwijl het sein rood was?*

De machinist heeft verklaard dat een andere trein zijn aandacht trok omdat deze een onjuist sluitsein voerde (één rood licht in plaats van de voorgeschreven twee). Vanwege een S-bocht in het spoor en de afstand<sup>40</sup> tussen beide treinen had de machinist moeite om deze trein goed waar te nemen. De machinist had zodoende de aandacht niet alleen bij de seinen, maar ook bij de desbetreffende trein. De machinist wilde zien of het sluitsein inderdaad niet brandde en was daardoor afgeleid. Als een sluitsein niet brandt, is dat bij daglicht overigens niet direct gevaarlijk.

Er zijn verschillende verklaringen denkbaar voor wat er precies is gebeurd kort voordat de machinist door rood reed. Het onderzoek van de Onderzoeksraad heeft hierin geen uitsluitsel kunnen geven. De Onderzoeksraad ziet twee mogelijke verklaringen:<sup>41</sup>

---

<sup>39</sup> Zie bijlage 6. Hierin staat toegelicht welke oorzaken van het ongeval konden worden uitgesloten.

<sup>40</sup> Ongeveer 260 meter bij vertrek uit Amsterdam Centraal.

<sup>41</sup> Een verdere uitwerking van deze verklaringen is te vinden in bijlage 6.

1. De machinist was eerst afgeleid, en heeft daardoor het sein niet of verkeerd waargenomen. Dat de machinist zich herinnert dat het sein geel was, kan gebaseerd zijn op een psychologisch effect ("false memory").
2. De machinist heeft eerst een sein op geel zien staan en (bij vergissing) gedacht dat dit sein voor de eigen trein gold (zie figuur 12). De machinist kan daaruit hebben afgeleid dat het sein niet langer rood was en dat hij niet meer hoefde te stoppen, zodat hij de aandacht even kon richten op de trein waarvan de verlichting niet juist was.<sup>42</sup>

Het is niet duidelijk of de waarnemingsfout oorzaak is van de afleiding, of andersom. Wel is duidelijk dat gedurende meer dan dertig seconden voordat de sprinter het rode sein bereikte, alle seinen – ook die op naastliggende sporen, waaronder het sein voor die andere trein dat aanvankelijk nog geel was – op rood hebben gestaan. De machinist heeft kennelijk in die tijd niet opgemerkt dat het sein voor zijn trein nog rood was. In beide mogelijke verklaringen speelt afleiding een belangrijke rol. Een machinist kan door rood rijden omdat hij één enkele vergissing maakt. Of deze vergissing ontstaat door afleiding, door een verwarrende situatie of doordat de machinist bijvoorbeeld onwel wordt, is relevant om de kans op een dergelijke vergissing te verkleinen. De Onderzoeksraad meent dat een enkele vergissing niet een treinramp tot gevolg mag hebben. Waar mensen werken, kunnen nu eenmaal vergissingen gemaakt worden. Er zijn daarom andere maatregelen nodig, die bij een eventuele vergissing van de machinist alsnog een botsing kunnen voorkomen.

#### *Geen hulp bij naderen rood sein*

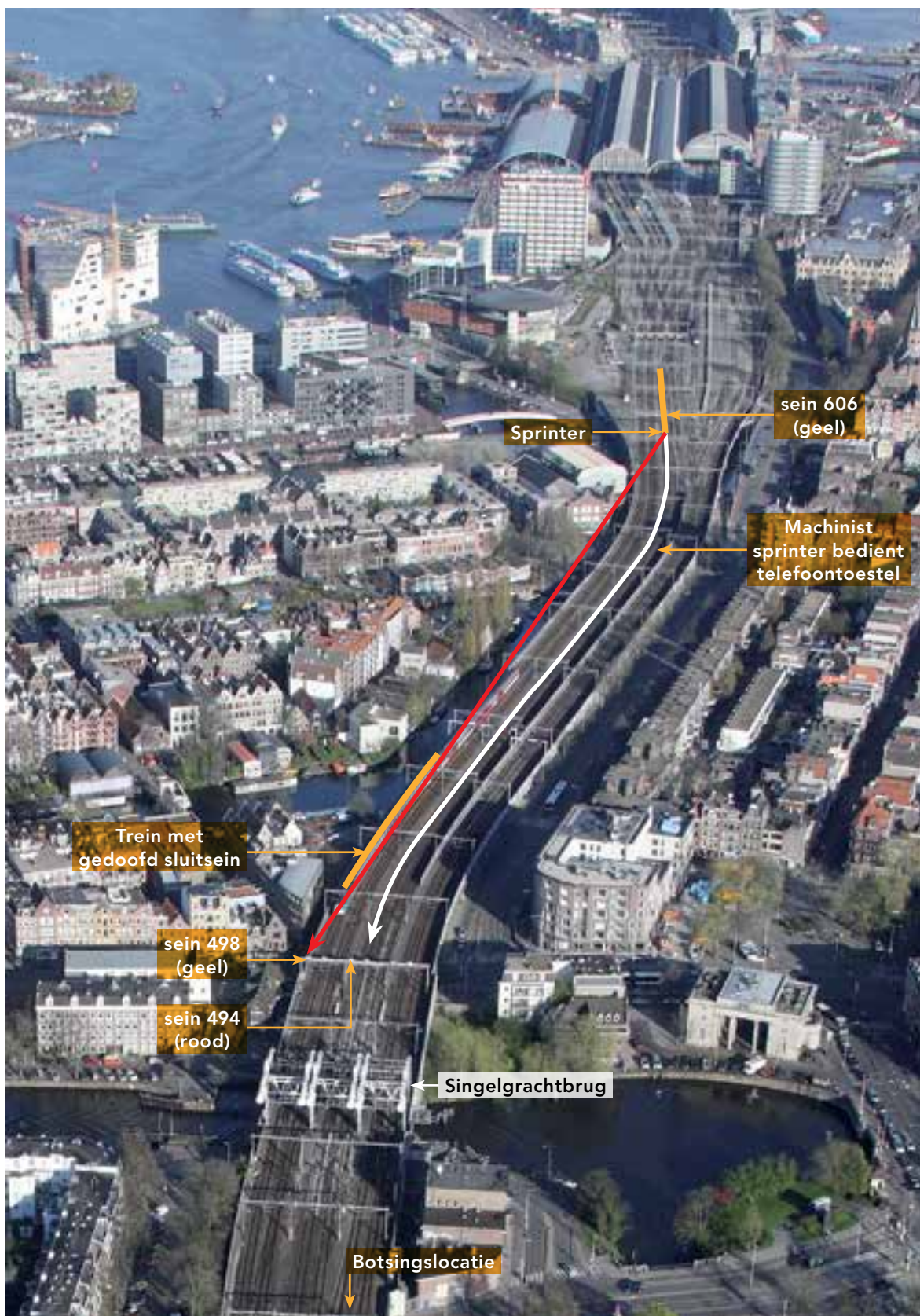
Voordat een machinist een rood sein nadert, wordt hij gewaarschuwd door een geel sein, dat hieraan vooraf staat opgesteld. Dit gele sein staat op voldoende afstand om de trein tijdig tot stilstand te brengen voor het rode sein. Als vóór dit gele sein een hogere snelheid dan 40 km/uur is toegestaan, geeft de Automatische Treinbeïnvloeding een auditief en visueel signaal af bij het passeren van het sein. Dat was ook voor deze sprinter het geval. Omdat de machinist van de sprinter het sein al op geel had zien staan, reed de machinist al langzamer dan 40 km/uur. Bij het passeren van dit sein hoefde hij dus niets te doen. Na het gele sein is er geen ondersteuning meer die een machinist eraan herinnert dat er een rood sein volgt.

Tot eind jaren negentig waren treinen uitgerust met een zogeheten kwiteerfunctie; dit was een onderdeel van de ATB. Deze kwiteerfunctie was erop gericht de alertheid van een machinist te toetsen als hij een rood sein naderde. Deze kwiteerfunctie heeft NS eind jaren negentig afgeschaft, omdat deze onvoldoende effectief werd bevonden.

---

<sup>42</sup> Seinen die eenmaal toestaan dat een trein het sein voorbij rijdt, worden normaliter niet meer rood totdat de trein het sein voorbij is gereden. Dit in tegenstelling tot het wegverkeer, waar een verkeerslicht bij nadering op rood kan springen. Dit gebeurt op het spoor alleen in noodsituaties en door seinstoreningen.





Figuur 12: Schematische weergave van mogelijkheid 2. Op het moment dat de sprinter voor het eerst zicht krijgt op de zes seinen voor de Singelgrachtbrug, is sein 498 (voor de trein met het gedoofde sluitsein) nog korte tijd geel. Dit sein is echter links van deze trein zichtbaar, waardoor op dat moment het beeld kan ontstaan dat het sein geldt voor het spoor waarop de sprinter rijdt. Onderliggende foto: KLPD.

Een beveiligingssysteem als de kwiteerfunctie kan pas worden afgeschaft als er een volwaardige vervanging voor in de plaats is gekomen. De Onderzoeksraad stelde dit al in het rapport over de botsing tussen twee goederentreinen en een passagierstrein bij Barendrecht op 24 september 2009.<sup>43</sup> Voordat de kwiteerfunctie werd afgeschaft, had gezocht moeten worden naar een alternatief dat op een betrouwbare en binnen het werkproces van een machinist passende manier waarschuwt voor een rood sein.

Een onderzoek dat bureau Save in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (nu: Infrastructuur en Milieu) heeft uitgevoerd, gaat eveneens uitvoerig op deze kwestie in en beveelt aan een specifieke waarschuwing in te voeren.<sup>44</sup> De minister heeft daarop de Tweede Kamer laten weten in de eerste helft van 2011 een plan van de spoorsector te verwachten.<sup>45</sup> Een dergelijke functionaliteit is er echter nog steeds niet, noch een concreet invoeringsplan.

#### *Machinist merkte door rood rijden niet op*

De machinist heeft zelf niet in de gaten gehad dat hij door rood reed. Een machinist krijgt geen waarschuwing als hij een rood sein tot op korte afstand is genaderd of als hij door rood rijdt.

In dit geval kreeg de machinist enige tijd na de roodseinpassage juist informatie die hem bevestigde in zijn beeld dat hij niet door rood was gereden. Ongeveer 300 meter na de roodseinpassage kreeg de machinist van de sprinter in de cabine een ATB-sigitaal, waarmee een toegestane snelheid van 60 km/uur werd weergegeven. Dit signaal suggereerde dat er geen rood sein was gepasseerd en dat er sprake was van een veilige situatie. De werkelijkheid was echter dat de sprinter inmiddels op het spoor van de intercity reed en daar het ATB-sigitaal had ontvangen dat voor de intercity bedoeld was. Hierdoor werd de machinist van de sprinter onterecht bevestigd in zijn overtuiging dat er sprake was van een veilige situatie.

#### *Veiligheidsbeleid vervoerder voor afleiding*

Het Besluit Spoorverkeer stelt dat een spoorwegonderneming zodanige maatregelen moet treffen dat de aandacht van de bestuurder niet van het verkeer wordt afgeleid. De bestuurder moet communicatie kort en zakelijk houden.

NS heeft daartoe regels geformuleerd voor de communicatiemiddelen die een machinist tijdens de rit mag gebruiken. Deze regels zijn opgenomen in de bedrijfsregelgeving, in dit geval het Handboek Machinist. Dit zegt het volgende:

---

<sup>43</sup> Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2011, Treinbotsing bij Barendrecht op 24 september 2009 en aanpak van de STS-problematiek.

<sup>44</sup> Save, 2010, Onafhankelijk onderzoek STS-problematiek, rapport van 17 mei 2010, bijlage bij Kamerstuk 29 893 nr. 103.

<sup>45</sup> Kamerbrief van 14 januari 2011, Tweede Kamer, vergaderjaar 2010-2011, 29 893, nr.118.

### **Communicatiemiddelen**

Tijdens het rijden van een trein is het gebruik van de GSM niet toegestaan bij snelheden tot 40 km/h en/of bij een geel cabinesein in de ATB. (...)

U beperkt het voeren van gesprekken tot het hoogst noodzakelijke.

Aan het 'hoogst noodzakelijke' koppelt NS het criterium 'direct gevaar'. Of een defect sluitsein een vorm van direct gevaar is, wordt overgelaten aan het vakmanschap van de machinist.

Uit het onderzoek is gebleken dat de machinist van de sprinter werd afgeleid doordat een trein met een defect sluitsein schuin voor hem reed. Dit was op een moment dat alle aandacht gericht moest zijn op het volgen van de seinbeelden langs het spoor. De machinist heeft het moment van communiceren gekozen in de kennelijke veronderstelling dat er sprake was van een noodzaak tot bellen en dat het moment hiervoor geschikt was.

Uit de betreffende formulering in het handboek wordt niet duidelijk of deze betrekking heeft op de diensttelefoon (GSM) die de machinist van NS heeft gekregen, of ook op de GSM-R-telefoon. Die laatste is in de trein gemonteerd en is onder andere noodzakelijk voor contact met de verkeersleiding (handsfree). Dergelijk contact moet ook mogelijk zijn bij snelheden onder de 40 km/uur. De GSM-R-telefoon kan daarnaast worden gebruikt voor groeps gesprekken met naburige treinen (spreken niet handsfree, luisteren wel).<sup>46</sup>

Omdat de regels niet duidelijk onderscheid maken naar het type communicatie en het type communicatiemiddel dat daarbij wordt gebruikt, is niet goed vast te stellen of de regels adequaat zijn om afleiding door communicatie in voldoende mate te voorkomen.

Ook zonder dat een machinist communiceert, kan hij overigens afgeleid zijn. Dat kan al eenvoudig gebeuren en ook door zaken die bij zijn werk horen: zoals in dit geval de constatering dat er een sluitsein niet brandde en de bijbehorende afweging of dit iets is dat gemeld moet worden.

Deze constatering en afweging nemen een deel van de aandacht van de machinist in beslag, zelfs als hij zich niet wil laten afleiden. Hulp om bij eventuele afleiding de aandacht weer (tijdig) bij het belangrijkste deel van de rijtaak te hebben – het letten op de seinen – heeft de machinist niet meer, sinds de kwiteerfunctie zonder vervanging is afgeschaft. Eventuele langdurige afleiding kan op die manier voor de machinist zelf lang onopgemerkt blijven.

NS heeft geen gedetailleerd inzicht in het rijgedrag van machinisten in de praktijk tussen het gele en het rode sein, noch waar in dit proces de risico's optreden (bijvoorbeeld als gevolg van afleiding of vergissingen).

<sup>46</sup> Daarnaast heeft een machinist een door NS verstrekte portofoon om tijdens de rit met de hoofdconducteur te communiceren en een Railpocket voor digitale informatie-uitwisseling over bijvoorbeeld vertragingen en overstapmogelijkheden. Een NS-machinist mag tijdens de rit niet communiceren met een privételefoon.



Zo worden de automatische ritregistraties niet op reguliere basis uitgelezen om de veiligheid te bevorderen, zoals dit bijvoorbeeld in de luchtvaart verplicht is of in het wegvervoer als kosteneffectieve maatregel wordt beschouwd. Ook ingrepen van het automatische treinbeïnvloedingsysteem, dat (uiteraard alleen daar waar het is geïnstalleerd) ingrijpt als een machinist door rood dreigt te rijden, hoeven niet te worden gemeld. Wel kent NS periodieke begeleiding en simulatorritten. Op die manier ontstaat weinig op concrete gegevens gebaseerd inzicht in het rijgedrag van machinisten en hoe vaak en in welke situaties zich risico's daarin voordoen. Een dergelijk inzicht zou nuttig zijn om de machinist (door opleiding of regels) te helpen om niet door een rood sein te rijden.

Dit ongeval leidt tot enkele mogelijk nuttige aanvullingen in regelgeving of opleiding, bijvoorbeeld:

- dat een machinist zich niet slechts op basis van één waarneming ervan moet vergewissen dat een sein dat eerst rood was, inmiddels voorbijrijden toestaat; en
- dat in het handboek nader wordt aangeduid welk type gesprekken een machinist in welke situaties met welke communicatiemiddelen mag voeren.

#### **Conclusies:**

- Het sein voor de sprinter was rood.
- De machinist van de sprinter wist dat er een rood sein zou volgen. Toen hij het sein naderde, veronderstelde hij echter gezien te hebben dat het sein inmiddels voorbijrijden toestond.
- De machinist was afgeleid voordat hij het rode sein passeerde.
- Nadat een machinist een geel sein passeert, is er geen technische ondersteuning meer beschikbaar die hem waarschuwt voor de nadering van een rood sein.
- Een machinist kan na een roodseinpassage zelf moeilijk opmerken dat hij een rood sein gepasseerd is.
- NS heeft weinig op concrete gegevens gebaseerd inzicht in het rijgedrag van machinisten.

### **3.3 Automatische Treinbeïnvloeding**

Uiteraard moet een machinist reageren op seinen. Toch kan het gebeuren dat hij zich vergist en niet of op de verkeerde manier reageert. Een vangnet is daarom essentieel om de trein tot stilstand te brengen als een machinist niet reageert op een sein.

### *ATB-EG*

Singelgracht Aansluiting is voorzien van ATB - Eerste Generatie (ATB-EG). ATB-EG bewaakt of de machinist reageert op een geel sein (de *aankondiging* van een stop) of op andere opdrachten tot snelheidsvermindering.<sup>47</sup> Vanaf het moment dat de trein een geel sein passeert (dit betekent dat het volgende sein op dat moment nog rood is), controleert ATB-EG of de trein langzamer rijdt dan 40 km/uur. Is dat niet zo, dan controleert het systeem of de machinist zelf al de trein afremt. Als dat niet zo is, brengt het systeem de trein met een noodremming tot stilstand.

De technische werking van ATB-EG voorziet er niet in dat het systeem informatie heeft over waar dit rode sein precies staat. De afstand tussen een geel en een rood sein verschilt van plaats tot plaats. ATB-EG beperkt zo doorgaans wel de snelheid waarmee een trein een rood sein nadert, maar grijpt niet in als een trein daadwerkelijk door rood rijdt. Of de trein voor het rode sein stopt, is uitsluitend ervan afhankelijk of de machinist de seinen juist waarneemt en interpreteert. Daarom is het essentieel dat een machinist die een rood sein nadert, de aandacht uitsluitend op het rode sein gevestigd houdt. De hiervoor genoemde kwiteerfunctie was onderdeel van de ATB en diende om de machinist te blijven herinneren aan het rode sein dat hij naderde.

Treinen kunnen – ook met ATB-EG – dus nog steeds door rood rijden. Daarbij kunnen zij in botsing komen met een trein die een hoge snelheid heeft. Zeker als de treinen in tegengestelde richting rijden, kan een botsing ernstig aflopen, zoals de botsing in Amsterdam laat zien.

### *ATB - Verbeterde Versie*

Sinds 2004 hebben de spoorpartijen gewerkt aan de ontwikkeling van ATB - Verbeterde Versie (ATB-VV). Bij ATB-VV is de plaats van het rode sein wél bekend, zodat een trein automatisch tot stilstand kan worden gebracht als deze door rood dreigt te rijden. Het systeem is geïnstalleerd op vrijwel alle treinen, maar niet bij alle seinen. De installatie van ATB-VV bij dit sein stond wel gepland, maar was nog niet gerealiseerd.

De sprinter die bij de botsing was betrokken, was uitgerust met ATB-VV. Als ook het sein was voorzien van ATB-VV, dan had dit waarschijnlijk de botsing kunnen voorkomen. Overigens is het niet zo dat ATB-VV alle typen van roodseinpassages kan voorkomen. Zo is het bij glad spoor mogelijk dat een trein desondanks door rood glijdt. Ook is ATB-VV niet fail-safe uitgevoerd: als ATB-VV defect is in de trein of in het spoor, kan de trein gewoon voorbij een rood sein rijden zonder dat er een ingreep plaatsvindt.

---

<sup>47</sup> Na de treinbotsing bij Harmelen in 1962 is gaandeweg het ATB-systeem in Nederland ingevoerd. Bij deze botsing had een machinist een geel sein gemist en wist dus niet dat hij een rood sein naderde. Hij reed zo met hoge snelheid door het rode sein. Het is daarom vooral van belang dat ATB controleert of een machinist wel tijdig begint met remmen (dus zich bewust is van de nadering van het rode sein).

### Conclusies:

- Er heeft geen remingreep plaatsgevonden van de Automatische Treinbeïnvloeding - Eerste Generatie bij de roodseinpassage van de sprinter. Dit is conform het ontwerp van deze apparatuur.
- De sprinter was wel voorzien van Automatische Treinbeïnvloeding - Verbeterde Versie, maar het sein (nog) niet. Het systeem werkte hierdoor niet.

### 3.4 Taakuitvoering treindienstleider na de roodseinpassage

*Mogelijkheden van een treindienstleider om na een roodseinpassage een botsing te voorkomen*

Als een treindienstleider ziet dat een trein door rood is gereden, kan hij verschillende dingen doen om een botsing te voorkomen.

- Een treindienstleider kan seinen voor andere treinen herroepen (terug op rood zetten). In dit geval had dat gekund voor de intercity.
- Daarnaast kan een treindienstleider via GSM-R een alarmoproep doen naar de desbetreffende treinen om hen te waarschuwen voor gevaar.

In beide gevallen is het essentieel dat de treindienstleider snel opmerkt dat er een trein door rood is gereden. De afstand tussen de trein die door rood is gereden en het gevaarpunt kan namelijk kort zijn.

*Wat gebeurde er ten tijde van de botsing?*

De treindienstleider zag niet dat de sprinter door rood was gereden. Nadat hij de rijweg voor de intercity had ingesteld, had hij zijn aandacht bij station Sloterdijk om daar een rijweg in te stellen voor de trein achter de intercity. Toen hij weer keek bij de Singelgracht (om te kijken of hij nu een rijweg kon instellen voor de sprinter, die na de intercity zou passeren) zag hij dat er twee treinen in één wissel stonden en dat dit wissel defect werd gemeld. Voor een treindienstleider is dit een teken dat er iets niet klopt. De sprinter reed door rood om 18.22:13; de botsing vond plaats om 18.22:49. Er verstreken dus 36 seconden tussen de roodseinpassage en de botsing.

*Hoe kan een treindienstleider zien dat er een trein door rood dreigt te rijden?*

Een treindienstleider mist informatie op zijn beeldschermen om een dreigende roodseinpassage te kunnen signaleren. Dat komt omdat de snelheid van de trein bij hem niet bekend is. Een treindienstleider kan daardoor niet het verschil zien tussen een trein die langzaam oprijdt naar een rood sein of zelfs al daarvoor gestopt is, en een trein die zonder (voldoende) te remmen naar het sein rijdt en erdoorheen dreigt te rijden. Een treindienstleider heeft met de huidige systemen dus geen mogelijkheid om een dreigende roodseinpassage te signaleren.

*Hoe kan een treindienstleider zien dat er een trein door rood is gereden?*

Het eerste signaal dat er iets niet klopt, kan zijn dat de treindienstleider een trein voorbij een sein ziet rijden op een stuk spoor dat hij voor die trein niet heeft vrijgegeven. Die informatie kan op verschillende beeldschermen worden getoond, elk met een ander detailniveau.

Het signaleringsscherm is het belangrijkste scherm voor de treindienstleider; hier werkt hij normaal gesproken mee. Hierop is het gehele gebied te zien dat de treindienstleider bestuurt, maar voor de overzichtelijkheid zijn niet alle details weergegeven. Dit scherm toont de positie van de seinen niet. Dit betekent dat een treindienstleider pas zal kunnen opmerken dat een trein door rood is gereden als deze al enige afstand voorbij het sein heeft afgelegd.

Op het zogeheten deelsignaleringsscherm zijn die details wel te zien, maar de treindienstleider ziet dan slechts een deel van zijn gebied. Op het deelsignaleringsscherm is wel te zien of een trein voorbij een rood sein is gereden. Dit scherm gebruikt de treindienstleider echter vrijwel uitsluitend als hij een taak moet uitvoeren die deze meer gedetailleerde weergave vereist; bijvoorbeeld in geval van een storing aan een wissel of omdat er werkzaamheden zijn. In dat geval is de roodseinpassage wel zichtbaar, maar doordat de treindienstleider doorgaans met een andere taak bezig is als hij dit scherm gebruikt, bestaat de kans dat hij de roodseinpassage niet opmerkt.

*Taakbelasting treindienstleider*

In veel gevallen zijn het bediengebied en het werkpakket van een treindienstleider zo omvangrijk, dat hij niet zijn gehele gebied tegelijkertijd kan overzien. Zo was het ook op het moment van de botsing. Het continu bewaken van alle treinbewegingen rekent ProRail bovendien niet tot de taak van de treindienstleider. Zijn taak bestaat uit het bijwerken van de planning en het instellen van rijwegen op het juiste moment (de treindienstleider heeft bij dat laatste ondersteuning van de automatische rijweginstelling) en niet ook nog uit het bewaken van de treinenloop op die rijwegen. Het werkproces en de ondersteunende middelen zijn daar ook niet op ingericht.

Een roodseinpassage is bovendien voor een treindienstleider geen veel voorkomende gebeurtenis. Er zijn circa 600 treindienstleiders en een kleine 200 roodseinp passages per jaar. Dat betekent dat een treindienstleider gemiddeld één keer per drie jaar een roodseinp passage meemaakt. Bij een dergelijke lage frequentie waarmee roodseinp passages per treindienstleider optreden, mag er niet meer op vertrouwd worden dat een treindienstleider continu alert is op een roodseinp passage.

*Effectiviteit van een ingreep*

De taakbelasting, de beschikbare middelen en de lage frequentie waarmee roodseinp passages optreden, maken de kans klein dat een treindienstleider een roodseinp passage opmerkt. Als de treindienstleider toch ziet dat er een trein door rood rijdt, verstrijkt er nog enige tijd voordat de machinisten in het desbetreffende gebied gealarmeerd zijn. Uit het onderzoek dat de Onderzoeksraad door Intergo heeft laten uitvoeren, blijkt dat het minimaal 7 seconden duurt voordat een treindienstleider een roodseinp passage kan opmerken en de machinist kan informeren. Deze minimale tijd kan alleen worden gehaald als de treindienstleider toevallig al in het juiste deelsignaleringsscherm is ingezoomd.

Werkt hij in zijn normale signaleringsscherm, dan is de minimale tijd nog aanmerkelijk langer. Vervolgens is er nog tijd nodig om de desbetreffende machinist te attenderen en hem tot actie te laten overgaan. Deze tijd is nodig om te verifiëren dat het inderdaad om een roodseinpassage gaat en om een alarmoproep te plaatsen. De tijd om een roodseinpassage op te merken en de machinist te informeren, bedraagt zo tussen de 15 en 48 seconden.

Als een trein met 40 km/uur door rood rijdt – dit is de snelheid waarop de ATB de trein begrenst bij nadering van het rode sein – heeft de trein in die 15 seconden al 170 meter afgelegd voordat de machinist geïnformeerd is. Daarna is er nog een reactietijd voor de machinist en de remweg, waarin de trein nog circa 75 meter aflegt. Vaak is dan het gevaarpunt, waarvoor het sein op rood stond, al bereikt.

Om een botsing te voorkomen, moet de kans worden verhoogd dat de treindienstleider de roodseinpassage opmerkt. Ook moet de tijdspanne waarbinnen de treindienstleider de roodseinpassage kan opmerken en hij de machinist kan informeren sterk worden verkort. Het ontbreekt de treindienstleider nu aan een technisch hulpmiddel om de roodseinpassage op te merken. Een dergelijke technische ondersteuning bestond in het verleden wel, genaamd 'Trein door rood'.<sup>48</sup> De functionaliteit is in 1997 verwijderd, omdat deze vaak ten onrechte een melding of ingreep veroorzaakte. De Raad voor de Transportveiligheid heeft in 2001 na een botsing in Dordrecht<sup>49</sup> aan Railverkeersleiding (inmiddels opgegaan in ProRail) aanbevolen een dergelijke functie opnieuw te introduceren. De Onderzoeksraad heeft dit opnieuw onder de aandacht gebracht naar aanleiding van de treinbotsing bij Barendrecht in 2009. De functionaliteit is er tot op heden nog steeds niet gekomen.

#### *Tegensein automatisch op rood*

Een trein die voorbij een rood sein rijdt, kan terechtkomen in een rijweg die voor een andere trein is vrijgegeven. Het is dan van belang de seinen bij die rijweg zo snel mogelijk terug op rood te zetten om zo de naderende trein alsnog te laten stoppen. Als dat bij Amsterdam Westerpark automatisch was gebeurd, zou het laatste groene sein voor de intercity rood zijn geworden nog voordat de intercity dit sein passeerde, en had de machinist nog kunnen remmen. Dit had de botsing misschien niet voorkomen, maar wel de gevolgen kunnen beperken. Het bevreemdt de Onderzoeksraad dat een trein een groen sein kan passeren terwijl elf seconden eerder een tegemoetkomende trein door rood is gereden.

In reactie op het rapport 'Barendrecht' geeft ProRail te kennen dat de kosten van een aanpassing om de seinen automatisch op rood te zetten niet opwegen tegen de veiligheidswinst. Een hardwarematige oplossingsvariant om dit te realiseren, zou volgens een grove schatting van ProRail circa 350 miljoen euro kosten. Dan is volgens ProRail aanleg van ATB-VV bij die seinen effectiever.

---

<sup>48</sup> Het systeem 'Trein door rood' bestond in twee varianten. Bij de eerste variant vielen na een melding 'Trein door rood' automatisch alle omliggende seinen op rood. Bij de tweede variant kreeg de treindienstleider een melding op zijn beeldscherm, waarna hij zelf actie moest ondernemen.

<sup>49</sup> Raad voor de Transportveiligheid, Botsing tussen twee reizigerstreinen in Dordrecht op 28 november 1999, gepubliceerd in mei 2001.

Bij navraag ontbreekt echter een onderliggende onderbouwing waaruit blijkt dat is nagegaan op welke mogelijke andere manieren de maatregel 'tegensein op rood' te realiseren is (bijvoorbeeld softwarematig) en welke kosten hieraan verbonden zijn.

#### **Conclusies:**

- De kans is uiterst klein dat een treindienstleider een roodseinpassage opmerkt. Dit komt door het gebrek aan hulpmiddelen en doordat zijn taak hier ook niet op gericht is. Ook als hij de roodseinpassage wel opmerkt, is de kans groot dat de trein het gevaarpunt ondertussen al heeft bereikt voordat de treindienstleider de machinist kan hebben gewaarschuwd.
- Treindienstleiders beschikken sinds 1997 niet meer over technische ondersteuning om roodseinpassages tijdig te detecteren.
- Seinen voor andere treinen worden na een roodseinpassage niet automatisch op rood gezet.

### **3.5 De totstandkoming en uitvoering van de dienstregeling**

Om botsingen als gevolg van roodseinpassages te voorkomen, is het belangrijk dat machinisten onderweg zo weinig mogelijk rode seinen tegenkomen. Bij het tot stand komen en uitvoeren van de dienstregeling wordt er daarom naar gestreefd situaties te vermijden waarin een rood sein nodig is. In de praktijk lukt dat echter niet altijd, zoals ook blijkt uit het feit dat sein 494 voor de sprinter op rood stond. In deze paragraaf komt aan de orde hoe dat kon gebeuren. Eerst volgt een korte algemene uitleg over dienstregelingen en de normen waaraan deze moeten voldoen. Daarna wordt beschreven hoe de dienstregeling er op de dag van de treinbotsing uitzag (paragraaf 3.5.2) en hoe deze die dag feitelijk is uitgevoerd (paragraaf 3.5.3). Uitgelegd wordt hoe het heeft kunnen gebeuren dat een dienstregeling tot stand kwam die afweek van de norm en dat de dienstregeling vervolgens anders werd uitgevoerd dan gepland.

#### **3.5.1 Hoe komt een dienstregeling tot stand en aan welke normen moet deze voldoen?**

Een dienstregeling, ook wel 'plan' of 'planning' genoemd, geeft aan welke trein op welk moment gebruikmaakt van het spoorwagennet. Voordat een dienstregeling voor een bepaalde dag wordt vastgesteld, wordt eerst de zogeheten jaardienstregeling gemaakt. Als treinen op een bepaalde dag anders moeten rijden, bijvoorbeeld vanwege werkzaamheden, worden deze wijzigingen per dag ingebracht. Zo ontstaat een per dag unieke dienstregeling.

Vervoerders weten zelf het beste wanneer ze een trein van A naar B willen laten rijden. Sommige vervoerders geven hun wensen door aan ProRail, die de treinen vervolgens inplant. Andere vervoerders, waaronder NS, plannen hun treinen zelf. Er kunnen dus verschillende vervoerders gelijktijdig aan de planning werken. ProRail heeft, als infrastructuurbeheerder, als enige het overzicht over de plannings van alle vervoerders.

ProRail heeft de verantwoordelijkheid om te controleren of de dienstregeling uitvoerbaar is. Dat betekent dat de vervoerders de planning opstellen, maar dat ProRail verantwoordelijk is voor het eindresultaat.<sup>50</sup>

ProRail is eindverantwoordelijk voor zowel de jaardienstregeling als de per dag unieke dienstregeling. Voor de jaardienstregeling gaat ProRail zelf na of de gekozen oplossingen uitvoerbaar zijn. De wijzigingen die vervoerders daarna nog doorvoeren in het per dag unieke plan, toetst ProRail doorgaans niet. Vervoerders leveren hun wijzigingen circa 36 uur voor uitvoering aan ProRail; de tijd is dan te beperkt om deze wijzigingen te controleren.

Een grote incidentele buitendienststelling wordt maanden van tevoren al vastgesteld. Dit was ook het geval bij de buitendienststelling van 21 april. Er zijn altijd verschillende afdelingen van ProRail<sup>51</sup> en verschillende vervoerders bij betrokken. Iedere partij moet de buitendienststelling accorderen. Als er werkzaamheden plaatsvinden, zijn de betrokken partijen daar dus van op de hoogte. Het is dan ook bekend dat er minder sporen beschikbaar zijn en dat de dienstregeling aangepast moet worden. De uitdaging daarbij is om zo min mogelijk treinen op te heffen en tegelijkertijd het treinverkeer veilig te laten verlopen.

#### *Veiligheidsprincipes seinen*

Om het treinverkeer veilig te laten verlopen, zijn er twee belangrijke veiligheidsprincipes. Ten eerste is het belangrijk dat ieder spoorgedeelte maar door één trein tegelijkertijd kan worden gebruikt. Als een stuk spoor door een trein bezet is, staat er een rood sein om te voorkomen dat een tweede trein dat stuk spoor oprijdt. Pas als het stuk spoor vrij is, kan het sein een volgende trein toelaten. Het tweede principe is dat voor ieder rood sein een geel sein staat op een zodanige afstand dat treinen, die immers een lange remweg hebben, nog tijdig kunnen stoppen.

#### *Planningnormen*

De seinen bepalen (dwingend) of een trein kan doorrijden of moet afremmen en stoppen. Om door te kunnen rijden, moet in de dienstregeling ten minste zo veel tijd zitten tussen treinen dat, nadat de eerste trein gepasseerd is, het gele sein voor de tweede trein weer groen kan worden voordat deze trein het sein passeert.

Hiertoe schrijft ProRail planningnormen voor. De planningnormen legt ProRail vast in de Netverklaring 2012<sup>52</sup> en zijn daarmee bindend voor vervoerders, want de Netverklaring is onderdeel van de toegangsovereenkomst die vervoerders en ProRail met elkaar sluiten.

---

<sup>50</sup> Volgens richtlijn 2001/14/EG kan alleen de infrastructuurbeheerder (ProRail) infrastructuurcapaciteit toewijzen aan vervoerders. Dit moet niet-discriminerend gebeuren.

<sup>51</sup> ProRail Asset Management, ProRail Vervoer & Dienstregelingen en ProRail Verkeersleiding.

<sup>52</sup> De Netverklaring bevat alle informatie die een spoorwegonderneming nodig heeft voor toegang tot het spoorwagennet: praktische informatie over de kenmerken van het door ProRail beheerde spoorwagennet, toegangsvoorwaarden met een model-toegangsovereenkomst en de weg van aanvraag van capaciteit tot het gebruik van capaciteit.

De planningnorm is geen vaststaand getal, maar de uitkomst van een berekening.<sup>53</sup> De tijd die tussen twee treinen gepland moet worden, is namelijk afhankelijk van de plaatsing van de seinen en wissels, en van de lengte en snelheid van de trein. ProRail stelt dat die minimaal benodigde tijd naar boven moet worden afgerond naar de volgende gehele minuut. Als de afronding minder dan dertig seconden bedraagt, wordt er normaliter nog een minuut extra tussen treinen gepland. Een kleine vertraging van de eerste trein werkt daardoor niet direct door op de tweede trein.<sup>54</sup>

Als het spoorgebruik (bijvoorbeeld bij werkzaamheden) anders is dan normaal, kan met dezelfde berekeningswijze worden bepaald hoeveel tijd tussen de treinen moet worden gepland voor dit afwijkende spoorgebruik.

Treinen kunnen ongehinderd doorrijden, mits bij het plannen de planningnorm wordt gehanteerd en de planning onverstoord wordt uitgevoerd. Dat wil zeggen dat machinisten onderweg geen gele of rode seinen tegenkomen (met uitzondering van geplande stops op stations). Toch kunnen er conflicten in de dienstregeling ontstaan. Dit gebeurt bijvoorbeeld als de planningnorm niet of verkeerd wordt gehanteerd, of bij vertragingen tijdens de uitvoering van de dienstregeling. Er is sprake van een conflict als twee treinen tegelijkertijd hetzelfde spoorgedeelte willen gebruiken. Voor ten minste een van beide treinen blijft er dan een sein op rood staan. De dienstregeling is dan niet meer uitvoerbaar en er ontstaan vertragingen, die op hun beurt tot nieuwe conflicten kunnen leiden. Een botsing als gevolg van een roodseinpassage wordt bijna altijd voorafgegaan door een conflict. Bij de botsing op 21 april waren er verschillende conflicten, zowel in de planning zelf als bij de uitvoering van die planning.

Samengevat zijn de verantwoordelijkheden dus als volgt: vervoerders maken een dienstregeling die past bij hun marktwensen. Zij moeten zich bij het opstellen van de dienstregeling houden aan de planningnormen die ProRail heeft gepubliceerd in de netverklaring. Voor die dienstregeling dienen zij een aanvraag in bij ProRail. ProRail is verantwoordelijk voor de capaciteitsverdeling.<sup>55</sup>

Zo nodig moet ProRail de dienstregelingsaanvragen van de verschillende vervoerders op elkaar afstemmen, zodat het geheel voldoet aan de planningnorm. Dit resulteert in principe in een conflictvrije dienstregeling.

---

53 De gangbare manier om de minimaal benodigde tijd te berekenen, is de bloktijdtheorie (Happel, 1959). Deze theorie bevat de volgende elementen:

tijdsduur benodigd voor de eerste trein om van een bepaald spoorgedeelte in het volgende spoorgedeelte te komen, en zo het stuk spoor achter het rode sein vrij te maken;

tijdsduur benodigd voor de verkeersleiding om het desbetreffende spoorgedeelte vrij te geven voor de tweede trein;

tijdsduur benodigd voor de machinist van de tweede trein om waar te nemen dat het desbetreffende spoorgedeelte is vrijgegeven (om ongehinderd te kunnen rijden, moet trein 2 nog enige seconden voor het gele sein zijn op het moment dat de verkeersleiding het spoor vrijgeeft; het gele sein wordt dan nog net op tijd groen en de trein hoeft niet te remmen);

tijdsduur benodigd voor trein 2 om de afstand tussen het gele en rode sein af te leggen.

54 De letterlijke tekst in de Netverklaring 2012 luidt (cursivering door Onderzoeksraad): "De afkeurnormen voor opvolgingstijden en overkruistijden tussen twee treinen die elk uur rijden (zowel reizigers als goederen) zijn specifiek en bestaan uit de ter plaatse geldende technisch minimale tijd *naar boven* afgerond op de hele minuut. (...) De streefnormen voor opvolgingstijden en overkruistijden tussen twee treinen die elk uur rijden (zowel reizigers als goederen) zijn specifiek en bestaan uit de ter plaatse geldende technisch minimale tijd afgerond naar de *dichtstbijzijnde hele minuut plus 1 minuut buffertijd*."

55 Richtlijn 2001/14/EG, art 13.



### 3.5.2 Hoe zag de dienstregeling rondom de buitendienststelling van 21 april 2012 er in de praktijk uit?

Toen de jaardienstregeling werd vastgesteld, is besloten dat de onderhoudswerkzaamheden tussen Zaandam en Amsterdam Sloterdijk zouden plaatsvinden in het weekeinde van 21 en 22 april. In verband met die werkzaamheden waren twee sporen buiten dienst gesteld en waren er voor het treinverkeer tussen Zaandam en Amsterdam Sloterdijk nog twee sporen in gebruik. Deze twee sporen komen bij Amsterdam Sloterdijk samen tot één spoor, zodat voor de treinen tussen Sloterdijk en Singelgracht Aansluiting één spoor beschikbaar was in plaats van twee. Treinen in beide richtingen moesten over dit spoor rijden.<sup>56, 57</sup>

Omdat er maar één spoor beschikbaar was, werd de intercity van Heerlen/Maastricht naar Alkmaar tussen Amsterdam Centraal en Alkmaar geschrapd. De overige treinen konden met een aangepaste dienstregeling over het enkelsporige gedeelte blijven rijden. Het enkelspoorgedeelte had een lengte van circa 3 kilometer. Voor de relevante treinen is de dienstregeling weergegeven in tabel 2.

Bij aanpassingen van de dienstregeling die voor een of twee dagen gelden, zoeken vervoerders vaak de ondergrens van de tijden uit de planningnormen op. Zo kunnen ze de aanpassingen zo beperkt mogelijk houden. Vervoerders accepteren en plannen daarbij soms ook stops buiten stations als dat nuttig is om de dienstregeling zo min mogelijk te wijzigen. In dit geval was elk half uur zo'n stop ingepland voor de sprinter Rotterdam - Amsterdam - Uitgeest. Deze trein moest voor de Singelgracht Aansluiting wachten op een trein uit de tegenovergestelde richting. Voor de sprinter die bij de botsing betrokken was, gold een geplande stop van 18.22 uur tot 18.23 uur. Deze stop was ongebruikelijk. Een dienstregeling wordt normaal gesproken zodanig opgesteld dat treinen ongehinderd kunnen rijden en zo groene seinen krijgen aangeboden. Niettemin was de stop bekend bij de machinist, omdat deze vermeld stond op zijn dienstkaartje.<sup>58</sup>

---

<sup>56</sup> Respectievelijk twintig en drie weken voordat de buitendienststelling zou ingaan, is deze nog gewijzigd. Uiteindelijk waren bij Amsterdam Sloterdijk de sporen 3 en 4 beschikbaar en de sporen 5 en 6 niet. Aanvankelijk was dat andersom. Bij de oorspronkelijke buitendienststelling was de niet-commerciële stop van de sprinter niet nodig, omdat de afstand waarover op het enkelspoor gereden moest worden korter was. In de dienstregelingsspecificatie van NS komt deze stop dan ook niet voor. Bij het gewijzigde spoorgedeelte was het enkelsporige gedeelte langer. De planner heeft daarom, in afwijking van de specificatie, maar binnen zijn mandaat, een extra stop voor de sprinter toegevoegd.

<sup>57</sup> Dit zogeheten enkelspoorrijden is op veel (regionale) spoorlijnen gebruikelijk, maar was op deze locatie ongebruikelijk.

<sup>58</sup> De stop stond vermeld op het dienstkaartje omdat de sprinter in de planning nog een tweede intercity (trein 4567 naar Amersfoort) moest laten voorgaan. De verkeersleiding had het spoorgebruik van deze tweede intercity echter gewijzigd, waardoor de geplande stop in principe niet meer nodig was. Vanwege de afhandeling van de vertraagde goederentrein 348734 moest de sprinter toch (toevallig op hetzelfde moment en voor hetzelfde sein) stoppen. Het was dus toeval dat de stop op het dienstkaartje vermeld stond.

Trein	348734: Oberhausen – Amsterdam Westhaven ("goederentrein")	3067: Den Helder – Nijmegen ("intercity")	4567: Enkhuizen – Amersfoort Schothorst	4058: Rotterdam – Amsterdam – Uitgeest ("sprinter")
Amsterdam Sloterdijk		↓ A 18:11 V 18:18	↓ A 18:20 V 18:20	↑ V 18:26 A 18:26
Singelgracht Aansluiting	↑ - 18:08	↓ - 18:20	↓ - 18:23	↑ V 18:23 A 18:22
Amsterdam Centraal	↑ - 18:05	↓ A 18:22 V 18:24	↓ A 18:25 V 18:27	↑ V 18:20 A 18:14
(...)	(...)			(...)
Breukelen Aansluiting	↑ - 17:38			↑ - 17:39

Tabel 2: De dienstregeling van enkele relevante treinen op 21 april 2012.

### *De planning voldeed niet aan de planningnormen*

Uit het onderzoek is gebleken dat de dienstregeling die tot stand was gekomen op enkele punten niet voldeed aan de planningnormen. De dienstregeling bevatte daardoor conflicten (aangegeven met A t/m C in tabel 3), waardoor treinen in de praktijk voor rode seinen zouden moeten stoppen. Dit zou zelfs het geval zijn als zij op tijd reden en ook op andere plaatsen dan het rode sein dat voor de sprinter was ingepland. Als gevolg daarvan ontstonden er vertragingen: gedurende de dag reed 60 tot 90 procent van de treinen met meer dan drie minuten vertraging. Dat is meer dan de ruimte die de planningnorm biedt om vertragingen op te vangen.

### *De planning bevatte onder meer de volgende conflicten:*

- De goederentrein (dit is dezelfde trein waarop de intercity kort voor de botsing even moest wachten, zie paragraaf 2.4) en de sprinter waren in Breukelen zeer dicht achter elkaar gepland.<sup>59</sup> De planning was daardoor kwetsbaar voor kleine vertragingen, zoals die van de goederentrein (zie verder paragraaf 3.5.3).
- De intercity Enkhuizen – Amersfoort Schothorst zou twee minuten na de intercity Den Helder - Nijmegen moeten vertrekken van Amsterdam Sloterdijk. Voor deze situatie geldt een minimale opvolgtijd van 3:23 minuten. ProRail hanteert daarom een streeftijd van vier minuten en een minimale tijd van eveneens vier minuten. Volgens de normen die NS hanteert, geldt hier drie minuten. In de praktijk was gepland met twee minuten.
- De sprinter naar Uitgeest zou het enkelspoor oprijden in dezelfde minuut waarin de intercity naar Amersfoort dit enkelspoor zou afrijden. Hiervoor geldt een minimale tijd van 0:46 minuten.<sup>60</sup> ProRail hanteert hier een streeftijd van twee minuten, en een minimale tijd van één minuut. NS hanteert als norm twee minuten, maar in de praktijk was nul minuten gepland.

<sup>59</sup> De Onderzoeksraad heeft geen onderzoek gedaan naar hoe dit deel van de planning tot stand is gekomen.

<sup>60</sup> De tijd bestaat uit een minimale tijd van 11 seconden plus 35 seconden vertragingstijd die nodig is om een waarschuwinginstallatie op de Singelgrachtbrug in werking te laten treden.

De sprinter zou niet kunnen vertrekken in dezelfde minuut waarin het enkelspoor zou vrijkomen: ten eerste omdat dit vertrek te krap gepland was (conflict C) en ten tweede omdat de intercity's naar Amersfoort, waarop de sprinter moest wachten, in de praktijk hun dienstregeling niet konden halen. 90 procent van die treinen was die dag meer dan drie minuten te laat (als gevolg van conflict B).

Trein	348734: Oberhausen – Amsterdam Westhaven ("goederentrein")	3067: Den Helder – Nijmegen ("intercity")	4567: Enkhuizen – Amersfoort Schothorst	4058: Rotterdam – Amsterdam – Uitgeest ("sprinter")
Amsterdam Sloterdijk		A 18:11 V 18:18	A 18:20 V 18:20	V 18:26 A 18:26
Singelgracht Aansluiting	- 18:08	- 18:20	- 18:23	V 18:23 A 18:22
Amsterdam Centraal	- 18:05	A 18:22 V 18:24	A 18:25 V 18:27	V 18:20 A 18:14
...	...			...
Breukelen Aansluiting	- 17:38			- 17:39
Conflict in planning	(A) In Breukelen te krap gepland voor trein 4058 (17:38-17:39)	(B) In Amster- dam Sloterdijk te krap gepland na trein 3067 (18:18-18:20)	(C) In Singel- gracht te krap gepland na trein 4567 (18:23-18:23)	

Tabel 3: Conflicten in de dienstregeling van enkele relevante treinen op 21 april 2012.

Uit het onderzoek bleek ook dat ProRail en NS verschillende normen hanteren. De normen van ProRail zijn leidend, omdat deze zijn opgenomen in de Netverklaring (waar alle vervoerders zich aan moeten houden). ProRail stelt in de Netverklaring dat de "technisch minimale tijd" de norm is. Door die formulering moet specifiek voor een bepaalde treinopvolging op een bepaalde locatie de juiste tijd worden berekend. De netverklaring eist verder dat bovenop de technisch minimale tijd extra tijd wordt gepland, die nodig is om kleine vertragingen op te vangen.

NS hanteert daarnaast ook eigen normen, die bestaan uit een vast aantal minuten dat tussen treinen moet worden gepland, gebaseerd op enkele veel voorkomende standaardsituaties. Die norm is voor sommige situaties krappere dan wat volgt uit de voorgeschreven berekeningswijze van ProRail.

De normen van NS zijn dus niet toelaatbaar omdat ze niet zijn overeengekomen met ProRail. Daarnaast zijn ze in de praktijk niet realiseerbaar, omdat er voor treinen minder tijd wordt gepland dan soms nodig is. De opgestelde planning was op onderdelen zowel strijdig met de planningnormen van ProRail als met die van NS.

*De opgestelde planning was kwetsbaarder voor verstoringen dan nodig was*

De Onderzoeksraad heeft geconstateerd dat er met dezelfde dienstregelingstructuur een planning mogelijk was met minder afhankelijkheden tussen treinen; dat wil zeggen dat de voortgang van treinen niet of in mindere mate afhankelijk is van andere treinverkeer. Dit had bereikt kunnen worden door de dienstregelingtijden bij Sloterdijk iets aan te passen en door andere routes te plannen. Hiertoe hadden enkele treinritten over een groter gebied dan dat van de buitendienststelling gewijzigd moeten worden. Een dergelijke oplossing is op initiatief van de treindienstleiders halverwege de dag alsnog ingevoerd. Daardoor konden de intercity's van Enkhuizen naar Amersfoort Schothorst al bij een eerder wissel, nog vóór de Singelgracht het enkelspoor verlaten, zodat de sprinters naar Uitgeest in beginsel niet op die intercity's zouden hoeven te wachten.<sup>61</sup>

Uit het onderzoek is gebleken dat de planning niet op die manier is gemaakt. Dat heeft verschillende redenen:

- Er zijn geen (plannings)normen om afhankelijkheden tussen treinen zo veel mogelijk te vermijden.
- Het planningsstelsel waarmee de planners werken, biedt beperkt inzicht in het spoorgebruik. Dit is zeker het geval bij een groter gebied en als er meer dan twee sporen naast elkaar liggen.
- Planners van buitendienststellingen beperken de gevolgen van wijzigingen zo veel mogelijk tot het gebied waarin dat strikt noodzakelijk is.

Daarnaast meende de planner (die de NS-norm voor een bepaalde standaardsituatie hanteerde, in plaats van de voorgeschreven norm waarbij de technisch minimale tijd wordt uitgerekend) dat de gekozen oplossing aan de norm voldeed. Daarbij hanteerde hij echter een standaardsituatie die was bedoeld voor stations. Die norm kan niet zomaar worden gebruikt bij een splitsing, zoals Singelgracht Aansluiting. Dan wordt te weinig tijd tussen treinen gepland.

Het plannen van een stop (zoals nu voor de sprinter) is gaandeweg standaardpraktijk geworden als daarmee bij werkzaamheden de dienstregeling passend kan worden gemaakt. Daarmee wordt echter het doel van de norm (voorkomen van stops onderweg) niet bereikt.

*Uit de beschikbare planningsystemen blijkt niet eenvoudig of de planning technisch mogelijk is*

Uit het onderzoek van de Onderzoeksraad is gebleken dat de planning niet voldeed aan de norm, waardoor deze niet goed uitvoerbaar was. Ook is gebleken dat een planning met minder afhankelijkheden mogelijk was geweest.

De noodzaak om voor verschillende standaardsituaties verschillende normen te hanteren, volgt uit het planningsstelsel, dat niet in staat is om locatiespecifiek de opvolgtijd te berekenen, maar in plaats daarvan gebruik maakt van standaardsituaties.

---

<sup>61</sup> Overigens zou de sprinter bij die aanpassing ook vaak ongepland een rood sein tegenkomen: niet bij de Singelgracht, maar ruim 800 meter verder, voor de zogeheten Overbrakerpolder Aansluiting. Door (onder andere) de krappe dienstregelingplanning traden er namelijk nog steeds vertragingen op.

Het planningssysteem Vervoer Per Trein, dat nog gedeeltelijk in gebruik is, gaat namelijk uit van vaste normtijden voor vooraf bepaalde standaardsituaties. Opmerkelijk is dat ook het planningssysteem DONNA<sup>62</sup>, dat in de jaren 2003-2009 is ontwikkeld en sindsdien stapsgewijs is ingevoerd, hiervan uit gaat. Beide systemen gaan niet uit van een trein- en locatiespecifieke berekening zoals die volgens de planningnorm hoort te zijn. Daardoor is met deze systemen niet eenvoudig te zien of de planning in specifieke situaties aan de norm voldoet. Het wordt, met andere woorden, niet eenvoudig duidelijk of de planning technisch wel mogelijk is.

Beide planningssystemen gaan bovendien niet uit van de exacte plaatsing van seinen en wissels, maar van groeperingen hiervan: zogeheten dienstregelpunten. De systemen werken in gehele minuten, terwijl de opvolgtijden in de orde van grootte van twee of drie minuten liggen. Een systeem dat werkt in gehele minuten en locaties samenvat in één punt geeft door afrondingen een beperkt inzicht in wat er feitelijk gepland is. Het is in die systemen nu niet goed te zien of er tussen twee treinen in een specifieke situatie een conflict optreedt; daarvoor moet een apart systeem (Roberto) worden geraadpleegd.

Gedetailleerde planningssystemen, die wel met exacte posities en op secondenniveau werken, zijn inmiddels in het buitenland wel in gebruik. In Duitsland zijn deze ingevoerd in de periode 1997-2003<sup>63</sup>, al voordat men in Nederland begon aan de ontwikkeling van DONNA. In Zwitserland is eveneens in de jaren negentig een systeem ingevoerd dat hierop is gebaseerd. Kenmerkend voor deze systemen is dat ze volgens wetenschappelijke inzichten (bloktijdtheorie) berekenen wanneer een spoorgedeelte voor een trein gereserveerd moet worden en wanneer de trein dit weer vrijgeeft.<sup>64</sup> Hoewel dit in beginsel dezelfde berekeningswijze is die ProRail in de Netverklaring voorschrijft als norm die gehanteerd moet worden voor treinen die elk uur rijden (dat zijn de meeste treinen), ondersteunen de Nederlandse planningssystemen deze berekeningswijze niet. Daardoor maakt het Nederlandse systeem niet goed inzichtelijk of zich conflicten in de dienstregeling voordoen.

#### *Risico's van dienstregelingaanpassingen worden niet onderkend*

Uit onderzoek van de Inspectie Leefomgeving en Transport naar aanleiding van de botsing blijkt dat de veiligheidsmanagementsystemen van NS en ProRail niet beschrijven welke risico's zijn verbonden aan het aanpassen van de dienstregeling.<sup>65</sup> Het veiligheidsmanagement van deze bedrijven heeft daardoor niet kunnen voorkomen dat de botsing plaatsvond.

---

<sup>62</sup> Donna is een internetapplicatie waarmee ProRail alle gebruikers van de spoorinfrastructuur vrije en laagdrempelige toegang biedt tot het proces van de planning en verdeling van de spoorcapaciteit. DONNA beschikt weliswaar over conflictsignalering voor de diverse fases van de planning (voor de laatste fase van de planning wordt DONNA ingevoerd in 2014), maar gaat hierbij in beginsel uit van standaardtijden. De norm gaat juist uit van een trein- en locatieafhankelijke berekening.

<sup>63</sup> Heister, G. (2006), Eisenbahnbetriebstechnologie, Bahn Fachverlag; Brünger, O., (1995), Konzeption einer Rechnerunterstützung für die Feinkonstruktion von Eisenbahnfahrplänen (Dissertation, Veröffentlichungen des Verkehrswissenschaftlichen Institutes der RWTH Aachen, Heft 51); Deutsche Bahn - Die Dirigenten des Fahrplans, Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2 oktober 2010.

<sup>64</sup> Happel, O. (1959), Sperrzeitentreppe als Grundlage für die Fahrplankonstruktion, Eisenbahntechnische Rundschau 8(2): pp. 79-90

<sup>65</sup> Inspectie Leefomgeving en Transport, 22 september 2012, Frontale botsing tussen twee reizigerstreinen op het emplacement Amsterdam Singelgracht.

De Onderzoeksraad heeft kennis genomen van het onderzoek van ILT en is van mening dat een korte weergave van de bevindingen relevant is. De ILT constateerde het volgende:

- *“NS en ProRail onderkennen niet wat de risico’s zijn die horen bij dit deel van hun bedrijfsvoering. Passende maatregelen om de risico’s afdoende te beheersen, blijven daardoor achterwege.*
- *NS en ProRail hebben geen passende maatregelen genomen naar aanleiding van eerdere voorvallen. Het veiligheidsniveau werd daardoor niet beter.<sup>66</sup>”*

De Onderzoeksraad heeft hier zelf geen onderzoek naar gedaan en oordeelt ook niet over de bevindingen van ILT. Wel heeft de Onderzoeksraad risicoanalyses van de dienstregeling bij NS en ProRail opgevraagd. NS beschikt niet over dergelijke risicoanalyses. Van ProRail zijn risicoanalyses ontvangen, waaruit blijkt dat risico’s omtrent afwijkingen in de planning wel zijn geïnventariseerd, maar dat hiervoor nog geen beheersmaatregelen zijn vastgesteld.

#### **Conclusies:**

- In verband met werkzaamheden moest het treinverkeer over één spoor worden afgewikkeld.
- Planningnormen geven aan dat er genoeg tijd moet worden gepland tussen twee treinen. De normen gelden situatiespecifiek, waardoor afwijkingen bij werkzaamheden vanzelf verdisconteerd worden.
- De planning op 21 april 2012 was krappere dan de norm en bleek geen goede voorbereiding op de uitvoering van die dag.
- De planningssystemen gaan uit van typische standaardsituaties. Ze maken niet inzichtelijk wanneer een spoorgedeelte voor een trein gereserveerd moet worden en wanneer de trein dit weer vrijgeeft. Planners kunnen in hun systemen niet goed zien of aan de situatiespecifieke norm wordt voldaan.
- Gedetailleerdere systemen bestaan echter ook, maar zijn in Nederland niet in gebruik. In Duitsland en Zwitserland zijn deze al sinds eind jaren negentig in gebruik.
- NS hanteert andere normen dan ProRail.
- NS en ProRail beschikken niet over adequate veiligheidsmanagementsystemen, als het gaat om aanpassingen op de jaardienstregeling.

### **3.5.3 Hoe is de dienstregeling feitelijk uitgevoerd?**

Bij de aanpassingen van de treindienst op 21 april 2012 heeft NS op sommige punten minder tijd gepland dan de planningnorm voorschrijft. Naast ‘gewone’ vertragingen (treinen die door andere oorzaken te laat uit Amsterdam en Zaandam vertrokken) is dit er mede de oorzaak van dat op 21 april de hele dag regelmatig treinen een rood sein troffen rond het enkelsporige gedeelte.

<sup>66</sup> Deze noodzaak daartoe volgt uit de Derde Kadernota Railveiligheid.

### *Planning werd aangepast om de toegevoegde stop te vermijden*

Omdat de treindienstleiders merkten dat de gewijzigde dienstregeling voor die dag niet soepel verliep, besloten zij het spoorgebruik tussen Singelgracht en Amsterdam Centraal voor de rest van de dag nog eens te wijzigen. Zo ontstond er meer ruimte in de planning en waren er bovendien minder afhankelijkheden in de treinenloop. Hierdoor was de extra stop van de sprinter (ieder half uur) voor Singelgracht Aansluiting niet meer nodig. Het eerder genoemde conflict C had de verkeersleiding van ProRail daarmee opgelost (zie tabel 4).

### *Stop vanwege een goederentrein*

Nieuwe conflicten (D en E in tabel 4) ontstonden omstreeks 17.40 uur – bijna drie kwartier voor de botsing. ProRail Verkeersleiding stuurde toen bij Breukelen een goederentrein achter de sprinter in plaats van ervoor. Dit was onbedoeld en week af van de planning. Het betreft dezelfde goederentrein en dezelfde sprinter die later bij Singelgracht Aansluiting zouden passeren.

Gepland was dat de goederentrein bij Breukelen één minuut voor de sprinter zou passeren. Ook deze treinopvolging was krap gepland en daarmee kwetsbaar voor verstoringen, zoals in dit geval de drie minuten vertraging van de goederentrein. Zoals in de volgende paragraaf zal worden uitgelegd, leidde dit ertoe dat de goederentrein achter de sprinter terechtkwam in plaats van ervoor.

De sprinter stopte op alle stations tussen Breukelen en Amsterdam Centraal. Daardoor liep de vertraging van de goederentrein op van drie minuten bij Breukelen tot twaalf minuten in Amsterdam Centraal. Omdat de sprinter in Amsterdam Centraal zes minuten moest wachten, liet de treindienstleider van Amsterdam de goederentrein weer voorbij de sprinter. Daarmee was de treinvolgorde weliswaar weer zoals gepland, maar de goederentrein reed nu op een ander moment dan gepland. Op dat moment was het geplande spoorgebruik niet meer mogelijk, omdat dezelfde sporen door andere treinen gebruikt moesten worden. Er traden conflicten op. De verkeersleiding van ProRail heeft echter niet gecontroleerd of de vertraagde goederentrein verderop op het traject nog wel verwerkt kon worden. De goederentrein kwam door de vertraging om 18.20 uur langs Singelgracht Aansluiting, precies op het moment dat de intercity het enkelspoor zou verlaten. De intercity moest op de goederentrein wachten (conflict D). Hierdoor kwamen vervolgens ook de intercity en de sprinter met elkaar in conflict en zo kreeg ook de sprinter een rood sein (conflict E).

Trein	348734: Oberhausen – Amsterdam Westhaven ("goederentrein")	3067: Den Helder – Nijmegen ("intercity")	4567: Enkhuizen – Amersfoort Schothorst	4058: Rotterdam – Amsterdam – Uitgeest ("sprinter")
Amsterdam Sloterdijk		↓ A 18:11 V 18:18	↓ A 18:20 V 18:20	↑ V 18:26 A 18:26
Singelgracht Aansluiting	↑ - 18:20* <sup>D</sup>	→ - 18:20 <sup>E</sup>	↓ - 18:23 <sup>C</sup>	↑ V 18:23 A 18:22
Amsterdam Centraal	↑ - 18:17*	↓ A 18:22 V 18:24	↓ A 18:25 V 18:27	↑ V 18:20 A 18:14
...	...			...
Breukelen Aansluiting	↑ - 17:41*			↑ - 17:39
Conflicten in uitvoering	(D) Trein zit in Singel- gracht Aansluiting trein 3067 in de weg (18:20)*	(E) Trein zit in Singelgracht Aansluiting trein 4058 in de weg (18:22)*	De verkeersleiding heeft conflict C opgelost door deze intercity's via een ander spoor te plannen.	

\* Tijd betreft de feitelijke passeertijd (met vertraging)

Tabel 4: Conflicten tijdens uitvoering van de dienstregeling op 21 april 2012.

De sprinter had een geplande stop op de plaats waar nu daadwerkelijk een sein op rood stond. Deze stop was echter niet gepland vanwege het conflict met de goederentrein, maar omdat de sprinter volgens de oorspronkelijke planning zou moeten wachten op de intercity van Enkhuizen naar Amersfoort, die nog achter de intercity naar Nijmegen volgde. Dit conflict had de verkeersleiding opgelost door deze intercity's over een ander spoor te plannen.

Zonder deze vertraagde goederentrein had de intercity het enkelspoor kunnen vrijmaken voordat de sprinter door rood was gereden.<sup>67</sup> Overigens had dan het sein voor de sprinter nog wel op rood gestaan omdat een waarschuwingsinstallatie op de brug geactiveerd moest worden. Dat duurt 35 seconden. De roodseinpassage had in dat geval echter niet geleid tot een botsing.

Ook met de vertraagde goederentrein was een soepeler afwikkeling mogelijk geweest. De intercity had het enkelspoor kunnen vrijmaken, als deze over een viaduct over de vertraagde goederentrein heen was geleid. Hoewel ook met die oplossing sein 494 nog enkele seconden rood zou zijn voor de sprinter, had dit de wachttijd voor de intercity en de sprinter kunnen verkorten. Bovendien had een roodseinpassage van de sprinter dan geen botsing tot gevolg gehad. Deze oplossing had een spoorwijziging van de treindienstleider gevergd. Die had op dat moment nauwelijks nog tijd om te beseffen dat een dergelijke oplossing zinvol was. Zijn systemen geven hem hierbij geen ondersteuning.

<sup>67</sup> De intercity verloor nu, ten opzichte van ongehinderd rijden, 50 seconden doordat hij in Amsterdam Sloterdijk op een tegenligger moest wachten. De intercity verloor nog eens 95 seconden doordat hij moest afremmen en wachten op de goederentrein en daarna weer op snelheid moest komen.



*ProRail Verkeersleiding doorzag de gevolgen van de vertraging van de goederentrein niet*  
Normaal gesproken houdt het computersysteem van de verkeersleiding dat de sporen vrijgeeft, Automatische Rijweginstelling (ARI), zich aan de treinvolgorde die in de dienstregeling vastligt. De dienstregeling is immers zo opgesteld dat treinen, mits op tijd, ongehinderd kunnen rijden. Bij een afwijking van de dienstregeling is dat niet meer verzekerd. ARI vraagt normaal gesproken aan de treindienstleider toestemming om van de geplande volgorde af te wijken.

Op het traject tussen Breukelen en Amsterdam<sup>68</sup> zou ARI die toestemming bij elk sein vragen. Dit zou voor de treindienstleider onwerkbaar zijn. Treindienstleiders schakelen daarom de volgordebewaking uit; zo ook op 21 april. De eerste trein die zich meldt, krijgt dan als eerste zijn rijweg, ook als daarbij wordt afgeweken van de geplande dienstregeling. Daarvoor vraagt ARI de treindienstleider dan niet om toestemming.

Nog een ander aspect van de werking van ARI bemoeilijkt het werk van de treindienstleider Breukelen. In Breukelen stelt ARI een rijweg in voor treinen uit de richting Woerden nog voordat die treinen zichtbaar zijn op het beeldscherm. Op andere sporen die het bediengebied van een treindienstleider binnenkomen, wordt normaal gesproken eerst de trein zichtbaar en wordt pas enige tijd daarna de rijweg ingesteld. Voor treinen uit Woerden wordt de treindienstleider plotseling geconfronteerd met een rijweg voor een trein die hij nog niet kan zien. Zo kan hij niet vooraf beoordelen of hij moet ingrijpen in het geautomatiseerde proces. Zo kan er zonder medeweten van de treindienstleider een afwijking van het plan ontstaan. De desbetreffende treindienstleider heeft verklaard dat hij de geplande volgorde zou hebben gehandhaafd, als hij tijdig had kunnen ingrijpen.

Overigens kan een treindienstleider zelf niet beoordelen of een volgordewijziging leidt tot een conflict verderop op het traject, in het gebied van een andere treindienstleider. De verkeersleider<sup>69</sup>, die wel over meerdere treindienstleidersgebieden heen het treinverkeer kan zien, kan niet op spoorniveau zien of er een conflict zal optreden; dat moet hij weer aan de treindienstleiders van het desbetreffende gebied vragen. Er zijn geen criteria die bepalen wanneer opnieuw moet worden beoordeeld of het treinpad conflictvrij is. Bij een intensieve treinenloop zou dat al bij vertragingen van één tot twee minuten moeten gebeuren: dit is namelijk de ruimte die de plannorm voor kleine vertragingen biedt. Bij grotere vertragingen kunnen conflicten en rode seinen ontstaan. Medewerkers op diverse niveaus van de verkeersleiding geven aan dat het doorgaans geen prioriteit van treindienstleiders heeft om dit soort kleine vertragingen op te lossen. De verkeersleider en de treindienstleiders van de achtereenvolgende gebieden grepen niet in. De goederentrein bleef met vertraging rijden zonder dat iemand de gevolgen daarvan doorzag.

---

<sup>68</sup> Het betreffende traject is een zogeheten 'bediende baan', dat wil zeggen dat de treindienstleider elk sein tussen twee stations kan en moet bedienen om een trein doorgang te verlenen. Bij volgordewisselingen zou de treindienstleider dan bij ieder sein moeten bevestigen dat van de geplande volgorde mag worden afgeweken. Op de meeste trajecten tussen stations hoeft dat niet. Daar is sprake van een 'vrije baan', waar de seinen tussen de stations zelf de treinopvolging regelen zonder dat de treindienstleider hier omkijken naar heeft. De bediende baan is ingevoerd om treindienstleiders in sturingsituaties meer sturingsmogelijkheden te geven.

<sup>69</sup> Bedoeld wordt de zogeheten decentrale verkeersleider.

Dit alles leidt ertoe dat de verkeersleiding, vooral op knooppunten, niet goed voorziet hoe de verkeerssituatie zich op korte termijn zal ontwikkelen. Dit terwijl het juist de verantwoordelijkheid is van ProRail Verkeersleiding het treinverkeer zo conflictvrij mogelijk af te wikkelen. In het geval van de vertraagde goederentrein leidde gebrek aan inzicht in de toekomstige verkeerssituatie ertoe dat zowel de treindienstleider Breukelen als de treindienstleider Singelgracht ineens werd geconfronteerd met een trein die 'in de weg zat'.

*De beschikbare systemen hielpen de treindienstleider niet aan een conflictvrije planning*  
Het is de bedoeling dat een treindienstleider uiterlijk vijftien minuten voor het uitvoeringsmoment de dienstregeling (zo nodig) zodanig aangepast heeft, dat deze geen conflicten meer bevat. De gedachte daarachter is dat ARI dan het plan kan uitvoeren. Dit geeft de treindienstleider meer tijd om acute problemen op te lossen.

De plansystemen waarover een treindienstleider beschikt, melden niet dat in de treinenloop afwijkingen zijn ontstaan die conflicten tot gevolg hebben. Een module die dit wel kon, was aanvankelijk ook voorzien als essentieel onderdeel in het verkeersleidingssysteem, maar is ondanks een succesvolle proef niet ingevoerd.<sup>70</sup> Hierdoor moet een treindienstleider nu zelf verschillende stukjes informatie aan elkaar koppelen om conflicten op te sporen. Ook helpen de plansystemen de treindienstleider niet om een helder beeld te krijgen hoe de situatie zich zal ontwikkelen. Daardoor kon de treindienstleider Singelgracht niet goed inschatten wanneer hij de vertraagde goederentrein, die steeds meer vertraging opliep doordat hij achter de sprinter zat, kon verwachten. De treindienstleider kon daardoor ook niet vijftien minuten vooruit werken.

Het werk van treindienstleiders wordt bemoeilijkt door de wijze waarop ARI functioneert:

- Op 21 april werkte de treindienstleider Singelgracht rondom het enkelspoorgedeelte handmatig. ARI had hij voor de desbetreffende sporen uitgezet. ARI zou namelijk bij kleine vertragingen treinen in twee richtingen het enkelspoor op sturen. De treinen zouden elkaar dan halverwege voor een rood sein tegenkomen.
- De treindienstleider Breukelen werkte wel met ARI. Dat leidde er echter toe dat de goederentrein van de dienstregeling ging afwijken zonder dat de treindienstleider dat doorhad.

Een treindienstleider heeft weinig ondersteuning in het herkennen van conflicten die hij moet oplossen, terwijl ARI in bepaalde situaties juist conflicten veroorzaakt.

---

<sup>70</sup> De verklaringen waarom de module niet is ingevoerd, zijn niet eensluidend.

## Conclusies:

- ProRail Verkeersleiding heeft de krappe planning tijdens de dag aangepast, waardoor de uitvoering iets soepeler verliep.
- ProRail Verkeersleiding heeft onbedoeld een goederentrein van de planning laten afwijken, die daardoor vertraagd raakte.
- ProRail Verkeersleiding is niet nagegaan of de vertraagde goederentrein verderop andere treinen zou hinderen. Dat bleek wel het geval.
- ProRail Verkeersleiding kent geen prioriteit toe aan het voorkomen van gele en rode seinen en gaat ervan uit dat kleine vertragingen zichzelf oplossen. ProRail Verkeersleiding beschikt niet over conflictsignalering.
- De Automatische Rijweginstelling kan beslissingen nemen die niet in overeenstemming zijn met de opgestelde planning.

## 3.6 Veiligheidsmanagement van de spoorpartijen

### 3.6.1 De rol van de spoorpartijen

Op 24 september 2009 botsten nabij Barendrecht twee goederentreinen en een reizigerstrein op elkaar. De machinist van één van de goederentreinen kwam hierbij om het leven. De Onderzoeksraad heeft toen onderzocht hoe de spoorpartijen botsingen als gevolg van door rood rijden tegengaan. De Onderzoeksraad heeft de spoorbedrijven vervolgens aanbevolen in dit kader alle mogelijke beheersmaatregelen uit te voeren, tenzij daaraan aantoonbaar onredelijke gevolgen zijn verbonden.

Sinds 2005 werkten de spoorpartijen al samen aan het terugdringen van het aantal roodseinpassages. Kort na het ongeval bij Barendrecht is een Directieoverleg Spoorwegveiligheid (DOSV) opgericht.<sup>71</sup> Hierin hebben directeuren van de belangrijkste spoorpartijen zitting. Zij kunnen gezamenlijk oplossingen zoeken voor vraagstukken over Spoorwegveiligheid. Het Verbeterplan stoptonendseinpassages<sup>72</sup> van ProRail, van wie een coördinerende rol uitgaat in het DOSV, staat centraal als actieplan om roodseinpassages tegen te gaan.

Zo wordt in het Verbeterplan gesproken over automatische alarmering van de treindienstleider bij een roodseinpassage (voorheen 'Trein door rood'). Het staat echter nog niet vast dat deze alarmering wordt ingevoerd. Daar komt bij dat deze alarmering afhankelijk is gemaakt van het slagen van een ander systeem, genaamd ORBIT. Dit is een attenderingssysteem voor de machinist bij nadering van een rood sein. ORBIT bevindt zich echter nog in de onderzoeks- en onderhandelingsfase.

<sup>71</sup> Dit overleg vervangt het tot die tijd bestaande Overleg Veiligheid Spoorwegen (OVS). De leden van het OVS konden doorgaans geen beslissingen nemen namens de organisaties die zij vertegenwoordigden, waardoor bedrijfsoverstijgende oplossingen niet altijd van de grond kwamen.

<sup>72</sup> ProRail, Verbeterplan stoptonendseinpassages, 3 mei 2012. Dit plan is vastgesteld op 22 november 2011, dus al voor de botsing bij Amsterdam, maar naar aanleiding van de botsing is hieraan nog een hoofdstuk toegevoegd.

Het is nog niet duidelijk of dit systeem er nu wel of niet komt. Daarnaast is niet duidelijk of, mocht ORBIT uiteindelijk niet levensvatbaar blijken, er een alternatief systeem komt om de machinist te attenderen op (te snelle) nadering van een rood sein.

Ook ondersteuning die de treindienstleider moet helpen om conflicten op te merken en op te lossen wordt genoemd. Volgens het plan is dit een verbetering die "op langere termijn" wordt ingevoerd omdat deze veel voorbereidingstijd vergt. Ondanks dat het volgens ProRail veel voorbereidingstijd vergt, is de Onderzoeksraad van mening dat deze maatregel zo spoedig mogelijk dient te worden ingevoerd. Omdat de betreffende functionaliteit al bij de ontwikkeling van het huidige verkeersleidingssysteem is voorzien en succesvol ook is beproefd, meent de Onderzoeksraad dat snelle invoering niet alleen wenselijk, maar ook mogelijk is.

De Onderzoeksraad ziet dat partijen sinds 'Barendrecht' verschillende maatregelen onderzoeken en andere al hebben ingevoerd of dit op korte termijn gaan doen. Tegelijkertijd kan worden gesteld dat een aantal van de achterliggende oorzaken die bij Barendrecht een rol speelden, bij de botsing in Amsterdam desondanks opnieuw een rol speelden:

- De planners hebben het conflict niet voorkomen.
- De verkeersleiding heeft het conflict niet voorkomen.
- De machinist kreeg na het gele sein geen verdere waarschuwing dat een rood sein naderde.
- Het rode sein had geen ATB-VV.
- Het trein-door-rood-alarm was niet beschikbaar voor de treindienstleiding.
- Het tegensein ging niet automatisch op rood.

Op een deel van deze maatregelen heeft de Onderzoeksraad overigens ook al vóór het ongeval bij Barendrecht aangedrongen.

### **3.6.2 Toezicht door de Inspectie Leefomgeving en Transport**

De spoorwegwetgeving verlangt (via de beheerconcessie van ProRail en het veiligheidsattest van NS) dat deze spoorpartijen zelf de veiligheidsrisico's in hun bedrijfsvoering analyseren en "passende maatregelen" nemen om deze te beheersen, rekening houdend met de stand van de techniek. Zo moeten de spoorbedrijven hun zorgplicht voor veiligheid invullen. De bedrijven moeten daartoe een veiligheidszorgsysteem inrichten, waarin de risico's die vallen onder de zorgplicht moeten zijn opgenomen. Uit het onderzoek van de Onderzoeksraad blijkt ten eerste dat niet alle veiligheidsrisico's afdoende in deze veiligheidsmanagementsystemen zijn opgenomen. Ook blijkt dat sommige maatregelen die als passend kunnen worden beschouwd niet zijn genomen.

Daarbij is niet steeds een onderbouwde kosten-batenafweging gemaakt. De Onderzoeksraad constateert daarom in dit onderzoek dat NS en ProRail niet hebben voldaan aan hun zorgplicht doordat zij niet alle redelijkerwijs haalbare maatregelen uitvoeren, of aantoonbaar maken dat uitvoering van een maatregel op grond van een kosten-batenanalyse niet realistisch is.

Het is de taak van de inspectie toezicht te houden op de wijze waarop de partijen deze verantwoordelijkheid invullen. Deze verantwoordelijkheid van de inspectie begint bij de goedkeuring van het veiligheidsmanagementsysteem middels een verplichte VMS-audit. Tijdens deze VMS-audit behoren ook aspecten die voortkomen uit de zorgplicht beoordeeld te worden. Het goedgekeurde veiligheidsmanagementsysteem kan gezien worden als een contract tussen de infrastructuurbeheerder of spoorwegonderneming en de inspectie. Hiermee heeft de inspectie een instrument in handen waarmee handhavend opgetreden kan worden: hierin beschrijven de bedrijven immers hoe zij de risico's beheersen. Periodiek vindt een heraudit plaats waarbij de inspectie controleert of het veiligheidsmanagementsysteem nog voldoet en of alle risico's zijn beheerst.

Als in dit kader wordt ingezoomd op het onderwerp planning, wat zowel bij ProRail als bij NS deel uitmaakt van de zorgplicht, kan geconstateerd worden dat de inspectie pas bij de laatste heraudit van ProRail in 2011 een onvolkomenheid voor wat betreft de planning heeft geconstateerd. Deze constatering had geen invloed op de goedkeuring van het veiligheidsmanagementsysteem. Na het ongeval Amsterdam Westerpark heeft de inspectie zowel bij ProRail als NS overtredingen in relatie tot de planning geconstateerd. Een aantal onvolkomenheden in het veiligheidsmanagementsysteem komt dus pas aan de orde na een ernstig ongeval of een reeks van incidenten. Pas op dat moment wordt door de inspectie gekeken of de betrokken bedrijven de maatregelen hebben genomen die in het kader van de zorgplicht te nemen zijn, of dat zij kunnen onderbouwen waarom een dergelijke maatregel niet genomen is.

Hieruit concludeert de Onderzoeksraad dat de Inspectie Leefomgeving en Transport weliswaar periodiek toetst op onderdelen van het veiligheidsmanagementsysteem, maar dat het toezicht van de inspectie er niet op is gericht om te toetsen of partijen alle aspecten in relatie tot de zorgplicht in hun veiligheidsmanagementsysteem hebben opgenomen en of op de juiste manier afgewogen is welke maatregelen zij moeten nemen. Van effectief toezicht is daardoor geen sprake.

Een goedgekeurd veiligheidsmanagementsysteem is een voorwaarde voor het vervoersattest van NS en ook voor de beheerconcessie van ProRail. Als het veiligheidsmanagementsysteem van deze partijen naar het oordeel van de inspectie op papier of in de dagelijkse praktijk niet voldoet, dan biedt dat mogelijkheden om te handhaven. Naar mening van de Onderzoeksraad kunnen deze mogelijkheden beter benut worden.

De inspectie heeft tijdens het onderzoek naar voren gebracht dat handhaven op een open norm, zoals de zorgplicht, alleen mogelijk is op basis van (beleids-)regels omdat besluiten anders geen stand houden bij de bestuursrechter. Voor effectieve handhaving zijn er volgens de Onderzoeksraad echter voldoende aangrijpingspunten in de veiligheidsmanagementsystemen van de spoorpartijen. Bij de goedkeuring van de veiligheidsmanagementsystemen van NS en ProRail moet de inspectie toetsen of aan de zorgplicht voldaan is, dan wel of deze bedrijven daaraan gaan voldoen. Bij periodieke toetsing moet de inspectie er vervolgens ook op toezien of deze documenten nog up-to-date zijn en in de dagelijkse praktijk nageleefd worden. De spoorpartijen zijn immers gehouden om een adequaat veiligheidsmanagementsysteem te hebben en aan hun eigen beschrijvingen van veiligheidsmanagement te voldoen.

## Conclusies:

- De spoorpartijen besteden op directieniveau aandacht aan veiligheid en hebben gezamenlijk het Verbeterplan stoptonendseinp passages opgesteld. Het verbeterplan stoptonendseinp passages bevat diverse maatregelen en een ambitieuze doelstelling om het aantal roodseinp passages verder terug te dringen.
- Niet alle mogelijke maatregelen zijn in dit plan aan de orde en sommige dringende maatregelen, zoals conflictsignalering in de uitvoering, zijn niet voor de korte termijn geagendeerd.
- NS en ProRail hebben met betrekking tot het afdoende beheersen van veiligheidsrisico's niet aan hun wettelijke zorgplicht voldaan.
- Het toezicht van de Inspectie is er niet op gericht om te toetsen of partijen afwegen welke maatregelen redelijkerwijs mogelijk zijn. De Inspectie meent bovendien niet over middelen te beschikken om handhavend op te treden als de spoorpartijen hun zorgplicht onvoldoende invullen.

## 3.7 Conclusies

### *Toedracht*

De volgende factoren hebben in gezamenlijkheid geleid tot het ontstaan van de botsing.

- Door werkzaamheden aan het spoor moesten treinen in twee richtingen gebruikmaken van hetzelfde spoor. Om dat mogelijk te maken, waren gedurende de gehele dag de tijden en het spoorgebruik van de treinen aangepast. Die aangepaste planning was krap en voldeed niet aan de geldende planningnormen. De planning was daardoor in de praktijk niet goed uitvoerbaar. De verkeersleiding heeft gaandeweg de dag de planning aangepast, waardoor deze beter uitvoerbaar werd.
- De verkeersleiding liet een goederentrein rijden op een ander moment dan gepland, waardoor deze vertraging heeft opgelopen. De verkeersleiding is daarbij niet nagegaan of de goederentrein op het resterende traject andere treinen zou hinderen. De intercity – een van de later verongelukte treinen – moest daarom even wachten op de goederentrein.
- De noodzaak om een spoor in twee richtingen te gebruiken en de vertraging door de afhandeling van de goederentrein, leidden ertoe dat de sprinter moest wachten tot de intercity het spoor had vrijgemaakt. Sein 494, voor de Singelgrachtbrug, stond daarom op rood.
- De machinist van de sprinter was zich ervan bewust dat hij een rood sein bij de Singelgrachtbrug naderde: het stond aangegeven op het dienstkaartje en ook het voorafgaande sein had aangekondigd dat het volgende sein rood zou zijn. Volgens de machinist toonde dit volgende sein tijdens de nadering geen rood, maar geel. Hij leidde daaruit af dat de stop op die plaats niet langer noodzakelijk was, en reed door. De machinist was afgeleid tijdens de nadering van dit sein.
- Er was geen automatisch systeem dat de sprinter deed stoppen toen deze door rood dreigde te rijden. De vergissing van de machinist bleef zo onopgemerkt.



- Nadat de sprinter door rood was gereden, bleef er aanvankelijk een rijtoestemming voor de tegemoetkomende intercity. Noch de seinen, noch de treindienstleider bleken in staat de machinisten van de trein(en) tijdig van het naderende gevaar op de hoogte te stellen.

Dit vindt zijn oorzaak in het volgende:

**1. NS borgt niet dat een machinist na het passeren van een geel sein de aandacht volledig richt op het rode sein dat daarna volgt. Hiernaast ontbreekt een technisch hulpmiddel dat een machinist attendeert op de nadering van een rood sein, of waarschuwt als een rood sein gepasseerd is.**

- De betreffende machinist was ervaren en had een goede staat van dienst.
- Stoppen voor een rood sein is voor een machinist een kritieke gebeurtenis: één fout kan ernstige gevolgen hebben. Alles moet er daarom op gericht zijn dat de aandacht van de machinist bij het rode sein blijft.
- NS heeft regels over het gebruik van communicatiemiddelen door de machinist tijdens de rit. Deze regels schrijven voor dat een machinist die een rood sein nadert, alleen bij acuut gevaar mag bellen. Of een gedoofd sluitsein bij daglicht een vorm van acuut gevaar is, laat NS over aan het vakmanschap van een machinist.
- NS biedt machinisten na het passeren van het gele sein geen ondersteuning die hen, bij de nadering van het rode sein, attendeert op dreigend gevaar. Dergelijke ondersteuning was er vroeger wel, maar was slechts in beperkte mate effectief. In plaats van de ondersteuning te verbeteren, is deze vanaf 1994 afgeschaft. Sindsdien is wel gesproken over het invoeren van een meer effectief hulpmiddel, maar dit is nog niet gerealiseerd.
- Het spoorstelsel is momenteel zo ingericht dat, na passeren van een geel sein, één enkele vergissing van een machinist kan leiden tot een roodseinpassage, met een botsing als mogelijk gevolg.

**2. NS had vanwege werkzaamheden de planning aangepast. Die planning was strijdig met zowel de planningnormen van ProRail als de planningnormen van NS. De planning was daardoor op de dag van het ongeval onnodig kwetsbaar voor verstoringen en leidde in de praktijk tot rode seinen.**

- NS plant zijn treinen zelf en moet zich daarbij houden aan de planningnormen die ProRail voorschrijft. NS hanteert daarnaast ook eigen planningnormen, die voor sommige situaties krasser zijn dan die van ProRail.
- De plansystemen geven beperkt inzicht in het spoorgebruik en de situatiespecifieke (on)mogelijkheden. Het is daardoor voor planners moeilijk om in te schatten of een planning kwetsbaar is voor verstoringen.
- De planners meenden dat de geplande situatie aan de norm voldeed, maar hebben hierbij een situatiespecifieke norm toegepast in een situatie waar die norm eigenlijk niet voor bedoeld was.
- Het aanpassen van de dienstregeling bij werkzaamheden is niet beschreven in het veiligheidsmanagementsysteem van NS. Er vindt bij aanpassingen door werkzaamheden geen risicoanalyse plaats en er zijn dan geen beheersmaatregelen

voorgeschreven om de planning zo veilig mogelijk te maken (bijvoorbeeld om afhankelijkheden tussen treinen zo veel mogelijk te vermijden).

**3. ProRail geeft, als eindverantwoordelijke voor de planning, wel goedkeuring aan de dienstregeling voor het gehele jaar, maar toetst niet de van dag tot dag noodzakelijke afwijkingen die vervoerders zoals NS daarop doorvoeren. Het planningssysteem maakt niet inzichtelijk gedurende welke tijdsduur een bepaald stuk spoor precies is gereserveerd voor een trein.**

- In het veiligheidsmanagementsysteem van ProRail is niet beschreven welke risico's kunnen ontstaan als vervoerders de dienstregeling aanpassen. Bij zo'n aanpassing vindt geen risicoanalyse plaats en er zijn geen beheersmaatregelen voorgeschreven om de planning zo veilig mogelijk te maken (bijvoorbeeld om afhankelijkheden tussen treinen zo veel mogelijk te vermijden).
- Uit een vergelijking met Duitsland en Zwitserland blijkt dat het planningssysteem in Nederland niet volgens actuele technieken berekent wanneer een spoorgedeelte voor een trein gereserveerd moet worden en wanneer de trein dit weer vrijgeeft. Daardoor maakt het Nederlandse systeem niet goed inzichtelijk of er conflicten in de dienstregeling zijn.

**4. ProRail kent, als verantwoordelijke voor de verkeersleiding, weinig prioriteit toe aan het conflictvrij houden van de treinenloop tot aan het moment van uitvoering.**

- De prioriteit om de treinenloop tot aan het moment van uitvoering conflictvrij te houden, hangt nu af van de individuele treindienstleider of verkeersleider en zijn werkdruk.
- Om conflicten te vermijden, vindt weinig afstemming of samenwerking plaats tussen de verschillende treindienstleidersgebieden. Als in het ene treindienstleidersgebied een trein van de dienstregeling afwijkt, kijkt ProRail niet structureel of dit nadelige gevolgen heeft voor het treinverkeer in de treindienstleidersgebieden waar de trein later nog doorheen zal rijden.
- Conflicten worden niet gesignaleerd door de systemen waarmee de treindienstleiders en verkeersleiders moeten werken. Een functionaliteit die conflicten kan signaleren was bij invoering van het huidige systeem wel beoogd en is rond 1999 beproefd, maar nooit ingevoerd.
- De Automatische Rijweginstelling kan leiden tot conflicten, doordat deze in sommige situaties rijwegen instelt die niet met de planning overeenkomen.

**5. ProRail borgt niet dat beschikbare mogelijkheden worden toegepast die het door rood rijden kunnen voorkomen of de gevolgen daarvan kunnen beperken.**

- ProRail had het rode sein niet voorzien van ATB-VV. De sprinter, die wel over dit systeem beschikte, werd daardoor niet automatisch tot stilstand gebracht.
- Een treindienstleider heeft geen adequate hulpmiddelen om op te merken dat een trein door rood is gereden. Tot 1997 bestond er de functionaliteit 'Trein door rood'. Deze functionaliteit is afgeschaft omdat deze vaak ten onrechte een ongewenste ingreep of melding veroorzaakte.

De Onderzoeksraad en zijn voorgangers hebben sinds 2001 herhaaldelijk aangedrongen op herinvoering van een verbeterde functionaliteit, maar die is er nog steeds niet gekomen.

- Het laatste sein voor de intercity bleef na de roodseinpassage door de sprinter op groen staan. Er zijn verschillende manieren denkbaar om bij een roodseinpassage de desbetreffende seinen direct op rood te zetten. Ook op deze maatregel hebben de Onderzoeksraad en zijn voorgangers sinds 2001 herhaaldelijk aangedrongen. Een onderbouwde afweging of en hoe deze maatregel uitgevoerd moet worden, ontbreekt.

**6. Spoorbedrijven zijn wettelijk verplicht zelf te bepalen wat passende maatregelen zijn om hun veiligheidsrisico's te beheersen. Zij doen dit niet altijd op een manier die toetsing door derden mogelijk maakt. Het toezicht hierop door de overheid is hier in de praktijk niet op gericht.**

- De spoorwegwetgeving verlangt dat de spoorpartijen, als onderdeel van de invulling van hun wettelijke zorgplicht, iedere denkbare veiligheidsmaatregel nemen tenzij de partijen aantonen dat de nadelen groter zijn dan de veiligheids-winst.
- Uit het onderzoek van de Onderzoeksraad blijkt dat de spoorpartijen niet al het redelijkerwijs haalbare doen om ongevallen zoals Amsterdam Westerpark te vermijden, of althans niet kunnen aantonen waarom bepaalde maatregelen niet zijn genomen.
- Het toezicht van de Inspectie is er niet op gericht om te toetsen of partijen afwegen welke maatregelen redelijkerwijs mogelijk zijn. De inspectie meent bovendien niet over middelen te beschikken om handhavend op te treden als de spoorpartijen hun zorgplicht onvoldoende invullen.

## 4 BEHEERSING LETSELRISICO

### 4.1 Inleiding

Een treinreiziger gaat ervan uit altijd veilig op de plaats van bestemming aan te komen. NS heeft als houder van de vervoersconcessie voor het hoofdrailnet een algemene zorgplicht voor veiligheid: *'... [dat] in de treinen en op de stations een verantwoorde mate van veiligheid voor reizigers en personeel is gewaarborgd'*.<sup>73</sup> De Onderzoeksraad verwacht van de concessiehouder een integraal veiligheidsbeleid, waarin ook de gevolgen van calamiteiten zoals botsingen aan de orde komen.

Daarom besloot de Raad om bij het onderzoek naar de treinbotsing van 21 april 2012 ook de botsveiligheid van treinen te onderzoeken. In de eerste plaats omdat de botsing op 21 april 2012 veel slachtoffers eiste. In de tweede plaats omdat nooit eerder specifiek onderzoek was gedaan naar botsveiligheid – noch door de Onderzoeksraad voor Veiligheid, noch door andere onderzoekende instanties.<sup>74</sup> De Onderzoeksraad heeft in het bijzonder gekeken naar wat betrokken partijen hebben gedaan om voor inzittenden het letselrisico als gevolg van een botsing zo veel mogelijk te beperken.

In dit hoofdstuk wordt eerst gesproken over beheersing van letselrisico bij botsingen in het algemeen: wat zijn de relevante factoren voor het ontstaan van letsel en welke maatregelen kunnen worden genomen om dit letselrisico te beheersen? Vervolgens wordt omschreven hoe letsel is ontstaan bij de botsing op 21 april. Hierbij wordt het letsel gerelateerd aan de kenmerken van de botsing en de treinen, om zo inzicht te krijgen in de factoren die bijgedragen hebben aan het letsel of die juist het letsel beperkt hebben.

### 4.2 Het beheersen van letselrisico bij treinbotsingen

Een treinbotsing verloopt in fasen. In de eerste fase, de primaire botsing, botst een trein met een andere trein, een voertuig of een voorwerp op het spoor. In de tweede fase, de secundaire botsing, botsen inzittenden tegen het treininterieur, met een andere inzittende en/of met voorwerpen. De kracht die bij deze secundaire botsing wordt uitgeoefend op het lichaam, is bepalend voor het letsel en de ernst ervan.<sup>75</sup>

<sup>73</sup> Bron: Wet personenvervoer 2000 en Vervoerconcessie voor het hoofdrailnet 2005-2015, hoofdstuk II, artikel 6.

<sup>74</sup> Bijvoorbeeld de Inspectie Leefomgeving en Transport of NS.

<sup>75</sup> De krachten kunnen 'direct' tot letsel leiden in de vorm van bijvoorbeeld botbreuken en kneuzingen. Ook kan er 'indirect' letsel ontstaan doordat er in het lichaam orgaanbotsingen (ook wel tertiaire botsingen genoemd) optreden die op hun beurt tot interne bloedingen en verstoringen van de bloedsomloop kunnen leiden. Een inzittende kan ook letsel oplopen doordat er na de secundaire botsing een terugslag kan optreden (bijvoorbeeld whiplasheffect).

De grootte van de kracht is afhankelijk van de massa en de versnelling van de inzittende. De kracht is groter bij grotere massa en een grotere versnelling.<sup>76</sup>

Er zijn verschillende factoren die invloed hebben op het ontstaan van letsel, zowel tijdens de primaire als de secundaire botsing. Gelet op deze factoren, zijn er specifieke maatregelen te nemen die het letselrisico beperken. Dit zijn maatregelen aan de constructie van de trein en aan het treininterieur.

#### **4.2.1 Relevante factoren van een botsing voor het ontstaan van letsel**

Bij de primaire botsing oefenen de trein en het voertuig of voorwerp waarmee de trein botst, kracht op elkaar uit. Hierdoor neemt de snelheid van de trein af (1), vervormt de constructie van de trein (2) en kan de trein ontsporen (3). Hoe groter de kracht, hoe groter de snelheidsverandering van de trein per tijdseenheid (de versnelling). Hoe groter de kracht, hoe groter de vervorming van de trein en hoe groter de kans op ontsporing.

##### *Snelheidsverandering (1)*

De snelheid van de trein verandert door een botsing abrupt. Vóór de botsing heeft een inzittende nog dezelfde snelheid als de trein. Door de abrupte snelheidsverandering van de trein ontstaat er tijdens de botsing echter een snelheidsverschil tussen de trein en de inzittende. In een abrupt afremmende trein reist de inzittende als het ware met onveranderde snelheid verder en beweegt in de rijrichting door de trein. Een inzittende die zittend in de rijrichting reist, komt dus los van zijn stoel. Een inzittende die tegen de rijrichting in reist, wordt in zijn stoel gedrukt. Inzittenden ervaren dit effect ook als een trein sterk afremt.<sup>77</sup> Op het moment dat een inzittende door een snelheidsverandering door de trein beweegt, kan er een botsing ontstaan met het interieur, met andere inzittenden of met een voorwerp in de trein (bijvoorbeeld bagage). Het kan ook gebeuren dat de inzittende uit de trein geslingerd wordt. Dit is minder waarschijnlijk. Door deze gebeurtenissen kunnen inzittenden letsel oplopen. Is de versnelling groot genoeg, dan kan er ook spontaan letsel ontstaan doordat organen en ledematen te grote krachten op elkaar uitoefenen.<sup>78</sup>

##### *Vervorming (2)*

Door een botsing vervormt de constructie van de trein. Deze vervorming kan zich uitstrekken tot de cabine van de machinist of de reizigerscompartimenten. De verblijfsruimte van de machinist of de reizigers wordt dan kleiner. Inzittenden kunnen daardoor bekneld raken, met letsel als gevolg.

##### *Ontsporing (3)*

Een ander mogelijk gevolg van een botsing is dat de trein ontspoord. Door deze ontsporing kan vervolgens een nieuwe botsing ontstaan, als de ontspoorde trein op het naastgelegen spoor terechtkomt en botst met een trein die daar rijdt.

---

<sup>76</sup> Versnelling is de snelheidsverandering die de inzittende per tijdseenheid ondergaat. Bij een negatieve versnelling, een snelheidsafname per tijdseenheid, wordt ook wel gesproken van vertraging.

<sup>77</sup> De versnellingen bij normaal bedrijf zijn beperkt door het ontwerp van de tractie- en rem installatie en zijn klein vergeleken met versnellingen die optreden bij botsingen.

<sup>78</sup> Shanahan, D.F., 2004, Human Tolerance and Crash Survivability. NATO/OTAN, RTO-EN-HFM-113.

Bij de secundaire botsing oefenen de inzittende en het onderdeel van het interieur of de persoon waarmee hij of zij botst, kracht op elkaar uit. De aard en ernst van het letsel wordt bepaald door de grootte van deze kracht (1), het obstakel waarmee de inzittende in aanraking komt (2), de plaats op het lichaam waar de inzittende door het obstakel wordt geraakt (3) en de houding van de inzittende in de trein (4). Deze vier aspecten worden hieronder nader toegelicht.

#### *Kracht van de secundaire botsing (1)*

Er zijn verschillende factoren die de grootte van de kracht bepalen, die de inzittende en het interieur (of een andere inzittende) bij een botsing op elkaar uitoefenen. Deze factoren zijn onder meer het gewicht van de inzittende, het snelheidsverschil tussen de inzittende en de trein en de kenmerken van het obstakel (2). Hoe groter het gewicht en het snelheidsverschil zijn, hoe groter de kracht wordt. Het snelheidsverschil is afhankelijk van de afstand tussen de inzittende en het obstakel waar deze mee botst en van het snelheidsverloop van de trein tijdens de botsing. Tot een bepaalde afstand neemt het snelheidsverschil toe naarmate de afstand groter is, daarna stabiliseert dit. Naarmate de afstand groter is, duurt het langer voordat de botsing plaatsvindt en in die tijd kan de snelheid van de trein ten opzichte van de snelheid van de inzittende verder afnemen. Inzittenden kunnen op balkons, in open compartimenten en bij tegenover elkaar geplaatste stoelen een grotere afstand afleggen dan bij achter elkaar geplaatste stoelen. Zij kunnen dus met een grotere snelheid tegen een obstakel of tegen elkaar botsen.

#### *Kenmerken van het obstakel (2)*

De afmetingen van een obstakel bepalen de grootte van het oppervlak van het lichaam dat met het obstakel in aanraking komt. Naarmate deze oppervlakte kleiner is, neemt het risico op letsel toe, bijvoorbeeld als een tafelrand dunner wordt uitgevoerd. Ook de mate waarin het obstakel meegeeft als een inzittende ertegenaan botst, is van invloed op de aard en ernst van het letsel.

#### *De plaats op het lichaam (3)*

De kans op letsel neemt toe als het lichaam wordt belast op een plaats waar weefsel sneller beschadigt. De buikholte is bijvoorbeeld kwetsbaarder dan een arm of been. Bij kwetsbaarder weefsel neemt ook de kans toe dat het letsel ernstig is.

#### *De houding in de trein (4)*

Verder is ook de houding van een inzittende in de trein bepalend voor de kans op letsel. De houding wordt in hoge mate bepaald door kenmerken van de zit- of staanplaats: staan de stoelen tegenover elkaar, achter elkaar of zijdelings naast elkaar? Deze kenmerken bepalen hoe de inzittenden zich bij een botsing door de ruimte bewegen en hoe zij daarbij in aanraking komen met het interieur.<sup>79</sup> Daarnaast heeft de zithouding van het individu ook effect: zit iemand bijvoorbeeld tijdens de botsing met de benen over elkaar, of scheef of onderuitgezakt op een stoel?

---

<sup>79</sup> Hoe een inzittende bij een botsing door een ruimte beweegt (horizontaal, verticaal of zijwaarts), wordt ook bepaald door de beweging die de trein maakt.



#### 4.2.2 Maatregelen om letsel te beperken

Het letsel bij een botsing kan worden beperkt door diverse maatregelen te nemen. Deze maatregelen hebben betrekking op zowel de constructie van de trein als op het interieur.

##### *Maatregelen aan de constructie van treinen*

Maatregelen aan de constructie van een trein kunnen verschillende eigenschappen van de trein beïnvloeden:

- hoeveel en hoe snel bij een botsing de snelheid verandert;
- of en hoe de constructie vervormt;
- de neiging tot ontsporen van de trein.

De snelheidsverandering die een trein bij een botsing ondergaat, wordt bepaald door de snelheden, de massa's van de botsende voertuigen/objecten en de mate waarin de vervormingen blijvend zijn. Door het aanbrengen van energieabsorberende voorzieningen wordt de tijdsduur waarin de snelheidsverandering plaatsvindt bij een botsing, verlengd. Dit kunnen specifiek daartoe aangebrachte crash-absorbers zijn, maar ook kreukelzones. Dit zijn zones in de treinconstructie die tijdens een botsing moeten vervormen.

Kreukelzones voorkomen dat een trein ongecontroleerd vervormt. Het zijn delen in de constructie die bewust minder sterk zijn waardoor bij een botsing de rest van de constructie van de trein niet vervormt.<sup>80</sup> Het aanbrengen van kreukelzones en het voldoende sterk maken van de cabine en de reizigercompartimenten voorkomen dat de trein ongecontroleerd vervormt. De kans op beknelling bij inzittenden wordt hiermee kleiner.

Er zijn verschillende maatregelen te nemen om de kans op een ontsporing te beperken. Een trein ontspoord als deze bij een botsing uit de rails opgetild wordt. Dit kan onder andere gebeuren als er een voorwerp onder de trein terechtkomt. Een zogenoemde baanschuiver gaat dit tegen. Ontsporing kan bijvoorbeeld ook plaatsvinden als rijtuigen tijdens de botsing tegen elkaar opklimmen. Om de kans op opklimmen te beperken, zijn er antiklimsystemen ontwikkeld.

##### *Maatregelen aan het interieur van treinen*

Er zijn verschillende algemene maatregelen aan het interieur die de kans op letsel verkleinen.<sup>81</sup> Zo zijn er maatregelen te treffen om de afstand tot een obstakel te beperken die een inzittende bij een botsing mogelijk overbrugt (1). Daarnaast kan het interieur botsvriendelijker worden gemaakt (2), kan worden voorkomen dat objecten rondvliegen (3) en kunnen verschillende veiligheidssystemen worden toegepast (4). Hieronder staan per aspect een aantal voorbeelden van te treffen maatregelen.

---

<sup>80</sup> Ook wel kreukelzone-/veiligheidskooiprincipe genoemd.

<sup>81</sup> Zie ook de uitkomsten van het Europese Safeinteriors, 2010. Train Interior Passive Safety for Europe – Publishable Final Activity Report. Specific Target Research Project (STREP). FP6-031-260.

#### *Afstand tot obstakel beperken (1)*

Er zijn verschillende manieren om de afstand tot een obstakel te beperken. Denk aan achter elkaar geplaatste stoelen tegen de rijrichting in, tussenwanden in open reizigerscompartimenten, het verspringen van gangpaden in de compartimenten of, bij tegenover elkaar geplaatste stoelen, speciaal ontworpen tafels over de gehele breedte van deze stoelen.

#### *Botsvriendelijke karakteristieken (2)*

Ook een botsvriendelijk interieur voorkomt letsel. Denk bijvoorbeeld aan meegeevende stoelen, tafels en tussenwanden. Deze beperken de kracht die wordt uitgeoefend op de inzittende die hiermee in botsing komt. Botsvriendelijkheid ontstaat ook door onderdelen in het interieur af te ronden en de oppervlakte ervan te vergroten. Denk bijvoorbeeld aan de dikte van het tafelblad of de diameter van de stang die dient als houvast. Verder kunnen onderdelen van het interieur wegklapbaar worden gemaakt, met name als deze bij een botsing in aanraking zouden kunnen komen met gevoelig weefsel.

#### *Rondvliegende objecten tegengaan (3)*

Verder wordt letsel voorkomen door tegen te gaan dat objecten bij een botsing kunnen rondvliegen. Dit wordt bereikt door onderdelen van het interieur zo te bevestigen dat deze bij een botsing niet losraken en door voorzieningen te treffen om bagage vast te leggen.

#### *Toepassen van veiligheidssystemen (4)*

Tot slot zijn er verschillende systemen die de veiligheid bevorderen. Denk bijvoorbeeld aan gordels, airbags en andere aanpassingen in het interieur die de kracht beperken die een inzittende bij een botsing te verduren krijgt. Gordels zorgen er bijvoorbeeld voor dat inzittenden bij een botsing op hun stoel worden gefixeerd. Zo botsen ze niet tegen het interieur of tegen andere reizigers. Als ze wel botsen, dan zorgen airbags voor demping. Voor een goede werking moeten veiligheidssystemen afgestemd zijn op de rest van het interieur en op kenmerken van de inzittenden. Ook moeten de systemen gebruikt worden zoals bedoeld en is het belangrijk dat onderhoud en controle van de werking regelmatig plaatsvindt.

### **4.2.3 Wet- en regelgeving**

Het beheersen van letselrisico bij botsingen is vastgelegd in wet- en regelgeving.<sup>82</sup> Een nieuwe reizigerstrein mag pas op het Nederlandse spoor rijden, als de eigenaar/houder aantoonbaar heeft gemaakt dat de trein aan deze wet- en regelgeving voldoet.<sup>83</sup> Het gaat hierbij specifiek om de eisen volgens de Regeling Indienststelling Spoorvoertuigen (RIS) en Europese voorschriften.<sup>84</sup> Hierin staan ook de eisen aan botsveiligheid van treinen. Hieronder staat in het kort wat deze eisen inhouden.

---

<sup>82</sup> Meer over dit onderwerp staat in bijlage 4.

<sup>83</sup> De trein krijgt dan een vergunning voor indienststelling.

<sup>84</sup> Aspecten rondom botsveiligheid van reizigerstreinen staan vooral omschreven in de TSI 'Locomotieven en passagierstreinen', de EN-normen 12663 (constructieopbouw) en 15227 (botsbestendigheid) en de UIC-fiches 566 (belastbaarheid rijtuigen) en 564 (veiligheidsglas).

### *De botsveiligheid van de constructie*

Volgens de huidige eisen moet de eigenaar/houder aantonen dat het treinontwerp bestand is tegen de volgende vier botsscenario's:

1. botsing met een snelheid van 36 km/uur tegen eenzelfde trein;
2. botsing met een snelheid van 36 km/uur tegen een wagen van 80 ton met buffers;
3. botsing met een snelheid van 90 km/uur tegen een obstakel van 15 ton (vrachtauto-model);<sup>85</sup>
4. een langskracht van 300/250 kN tegen de baanschouwer (op resp. 0 en 75 cm uit het midden).

Voor de scenario's 1 tot en met 3 geldt dat de reizigerscompartimenten en balkons niet meer dan een beperkte vervorming mogen ondergaan. Tegelijkertijd moet een machinist een zekere overlevingsruimte houden in de cabine. Verder mag de gemiddelde versnelling van de cabine en de compartimenten tijdens de gehele botsperiode niet hoger zijn dan 5 g bij de scenario's 1 en 2 en 7,5 g bij scenario 3.<sup>86</sup> Raken de treinen bij een scenario elkaar met een hoogteverschil van 40 mm, dan mag er bovendien geen overrijden plaatsvinden. Ook mag er per draaistel ten minste één wielstel slechts beperkt uit het spoor omhoogkomen. Dit om ontsporingen tegen te gaan.

### *De botsveiligheid van het interieur*

Er zijn geen uitgebreide wettelijke eisen aan de botsveiligheid van het interieur. Enkele specifieke aspecten staan omschreven in de fiches van de UIC (Union Internationale des Chemins de Fer<sup>87</sup>). Het gaat hierbij om aspecten als de bevestiging van objecten, brandbestendigheid en veiligheidseigenschappen van toegepast glas. Volgens de Technische Specificaties voor de Interoperabiliteit (TSI) wordt er momenteel Europees onderzoek gedaan om de toelatingseisen c.q. beoordelingsprocedures voor (de inrichting van) het interieur te bepalen. De ERA volgt dit onderzoek en zal de Europese Commissie adviseren over het aanpassen van de voorschriften.

## **4.3 De primaire botsing en het effect op het ontstaan van letsel**

Het effect van snelheidsverloop, vervorming en ontsporing op het ontstaan van letsel tijdens de botsing van 21 april wordt in deze paragraaf beschreven.

---

<sup>85</sup> In Nederland komen overwegen alleen voor in baanvakken met een maximum snelheid van 140 km/uur en daarom bedraagt bij ons de botsproefsnellheid 140-50 = 90 km/uur (in plaats van 110 km/uur).

<sup>86</sup> De afkorting g staat voor zwaartekrachtsversnelling en komt overeen met een snelheidsverandering van 9,81 m/s<sup>2</sup> (35 km/uur per seconde).

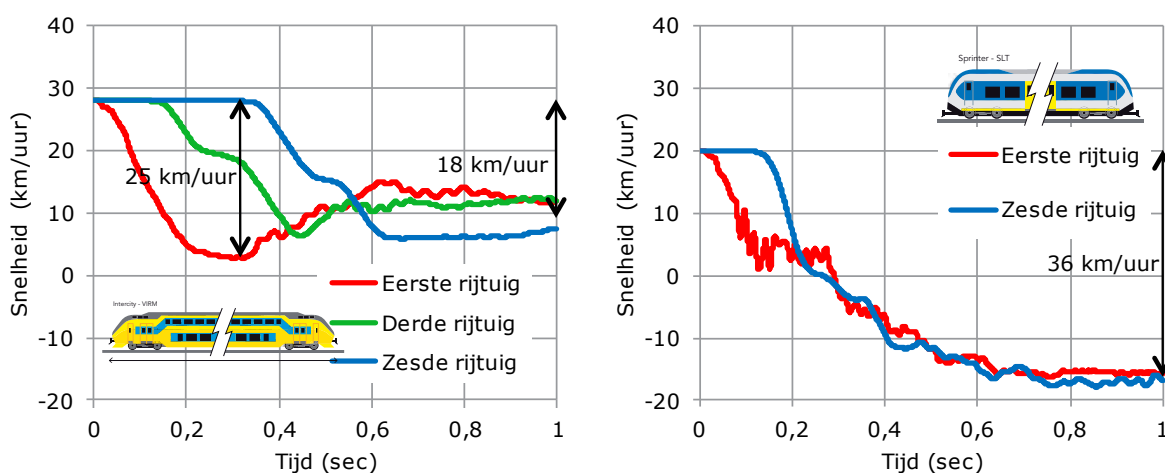
<sup>87</sup> Ook wel 'International Union of Railways' genoemd. Deze internationale unie wil vervoer per spoor wereldwijd promoten en mobiliteit en duurzaamheid met elkaar verbinden. Hiervoor brengt de unie best practices bij elkaar en bundelt deze onder andere in branchestandaarden, de zogenoemde UIC-fiches. Zie ook <http://www.uic.org/>.

### 4.3.1 Snelheidsverloop en het effect op het ontstaan van letsel

De intercity naderde de plaats van het ongeval met ongeveer 54 km/uur. De sprinter naderde met ongeveer 43 km/uur.<sup>88</sup> Na krachtig remmen van beide machinisten, bedroeg de snelheid van de intercity nog ongeveer 28 km/uur en die van de sprinter ongeveer 20 km/uur.<sup>89</sup> Een computerberekening is uitgevoerd om een indruk te krijgen van het snelheidsverloop van de rijtuigen van beide treinen tijdens de botsing.<sup>90</sup>

In figuur 13 is te zien wat het berekende snelheidsverloop is van enkele rijtuigen van beide treinen. Het berekende snelheidsverloop geeft een indicatie van het werkelijke snelheidsverloop. De *eerste rijtuigen* van beide treinen zijn de voorste rijtuigen die op elkaar botsten.

Uit de indicatieve berekening volgt dat na de botsing de intercity nog met een snelheid van ongeveer 10 km/uur voorwaarts rijdt. De sprinter rijdt op dat moment niet meer vooruit, maar met een snelheid van ongeveer 16 km/uur achteruit. Door de botsing ondergaat de sprinter dus een snelheidsverandering die twee keer zo groot is als de snelheidsverandering die de intercity ondergaat: respectievelijk ongeveer 36 km/uur en 18 km/uur. Dit verschil wordt veroorzaakt doordat de intercity ongeveer twee keer zo zwaar is als de sprinter. Het risico op letsel lijkt op basis van deze snelheidsveranderingen in de sprinter groter dan in de intercity.



Figuur 13: Het snelheidsverloop van enkele rijtuigen van beide treinen tijdens de botsing.

De snelheid van een secundaire botsing kan echter groter zijn dan de snelheidsverandering die de trein als geheel door de botsing ondergaat. Dit komt doordat het snelheidsverloop tijdens de botsing per rijtuig verschilt door de koppelingen tussen de rijtuigen. Doordat de koppelingen tussen de rijtuigen van de sprinter stijver zijn dan die van de intercity en de afstand tussen de rijtuigen minder groot is, gedraagt de sprinter zich in het begin van de botsing meer als een stijf geheel, terwijl het voorste rijtuig van de intercity zich meer als een los rijtuig gedraagt.

88 Volgens de Automatische Rit Registratie (ARR) van beide treinen.

89 Uit analyse van de ARR-gegevens is gebleken dat de botssnelheid van de intercity tussen de 22 en 34 km/uur lag en die van de sprinter tussen de 16 en 24 km/uur. De analyse van de ARR-gegevens is toegelicht in bijlage 9.

90 Dit rapport is als digitale bijlage bij dit rapport beschikbaar op de website [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)

Zo ondergaat het eerste rijtuig van de intercity tijdens de botsing een snelheidsverandering van 25 km/uur, terwijl de intercity als geheel uiteindelijk een snelheidsverandering van 18 km/uur ondergaat. In paragraaf 4.4.1 wordt hier nader op ingegaan.

Overigens kunnen grote snelheidsveranderingen per tijdseenheid (versnellingen) tot spontaan letsel leiden. Op basis van de berekende versnellingen is de kans klein dat dit bij de botsing op 21 april is gebeurd.

In paragraaf 4.2.2 is te lezen dat energieabsorberende voorzieningen (crash-absorbers, kreukelzones) de tijdsduur van een botsing verlengen. De versnelling van de trein neemt daardoor af, net als het effect op de inzittenden. De intercity van het voorval op 21 april was (afgezien van de automatische koppelingen<sup>91</sup>) niet met dergelijke energieabsorberende voorzieningen uitgerust. Doordat de voorste cabine en de uiteinden van de rijtuigen vervormden, is er ook bij die trein energie geabsorbeerd.

De sprinter had, meer dan de intercity, aan de voorzijde voorzieningen om bij een botsing energie te absorberen. Deze bevonden zich op drie plaatsen: achter de automatische koppeling, naast de automatische koppeling en onder de voorruit. De crash-absorber achter de automatische koppeling heeft bij de botsing een deel van de botsingsenergie geabsorbeerd. De andere crash-absorbers absorbeerden nauwelijks energie. Doordat het intercityfront door de constructie en de vorm ervan incompatibel is met dat van de sprinter, werden zij niet recht naar achteren ingedrukt. In plaats daarvan zijn zij zijwaarts (zie figuur 14, links) en omhoog verbogen (zie figuur 14, rechts). De crash-absorbers zijn anders belast dan waarmee in het ontwerp rekening was gehouden. De crash-absorbers op het front van de sprinter schampten schuin af en volgden hierbij de contouren van het intercityfront.

Tot slot waren er ook crash-absorbers in de verbinding tussen de rijtuigen van de sprinter. Deze functioneerden bij deze botsing zoals bedoeld.

---

<sup>91</sup> Een automatische koppeling zorgt ervoor dat treinen automatisch met elkaar kunnen worden gekoppeld, in tegenstelling tot een schroefkoppeling waarbij de treinen handmatig moeten worden verbonden.



Figuur 14: Beide foto's tonen de verbogen crash-absorbers van de sprinter (foto onder: na volledig verwijderen kunststof neus). Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.

#### 4.3.2 Vervorming en het effect op het ontstaan van letsel

Uit onderzoek aan de treinen blijkt dat de vervormingen op verschillende plaatsen in de trein doorwerkten aan de binnenkant. De vervormingen en de effecten daarvan voor de cabines en de reizigerscompartmenten verschilden.



### *Cabine intercity*

Uit onderzoek aan de treinen valt in het bijzonder op dat het front van de intercity ernstig vervormd is. Deze vervorming aan de constructie werkte door in de binnenzijde van de cabine: de stuurtafel en daarmee verbonden interieurdelen schoven ongeveer 0,5 meter naar achteren, waardoor ze de overlevingsruimte van de machinist en de bijrijder verkleinden (zie figuur 15). De machinist en bijrijder liepen hierdoor het risico bekneld te raken en daarbij levensbedreigend gewond te raken. Beiden verlieten kort voor de botsing, volgens de ongeschreven regel, hun zitplaats. Daardoor hebben ze beknelling voorkomen, maar letsel niet (zie paragraaf 4.4.2).



*Figuur 15: Ingeschoven stuurtafel intercity. Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

### *Cabine sprinter*

De cabine van de sprinter bleef intact, ondanks de kracht van de botsing en de gedeeltelijke werking van de energieabsorberende voorzieningen als gevolg van incompatibiliteit met het intercityfront. Omdat de constructie van de cabine van de sprinter sterker was, was al met al de kans kleiner dat de machinist van de sprinter bekneld zou raken. Toch liep ook deze machinist letsel op (zie 4.4.2).

### *Rijtuigen*

De rijtuigen van de intercity zijn onderling gebotst. Dit leidde tot vervormingen aan de uiteinden van de rijtuigen (zie figuur 16). De vervormingen waren niet van dien aard dat inzittenden bekneld raakten. Wel werkten de vervormingen door in het interieur (zie paragraaf 4.4.2). De rijtuigen van de sprinter zijn nauwelijks vervormd.



*Figuur 16: Vervormingen aan de uiteinden van de rijtuigen van de intercity. Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

### **4.3.3 Ontsporing en het effect op het ontstaan van letsel**

Geen van beide treinen is ontspoord. Er was sprake van een frontale botsing op een nagenoeg recht tracé. Er was daardoor zeer beperkt sprake van zijwaarts werkende krachten. Bovendien waren aan beide treinen maatregelen getroffen om het risico van ontsporing te beperken. Hoewel de treinen bij deze botsing niet ontspoorde, bleek uit het onderzoek dat er wel sprake was van ontsporingrisico. De schade aan de treinen laat zien dat de sprinter 'opklom' tegen de intercity. Dat vormde een begin van 'overrijden' met het risico van ontsporing.

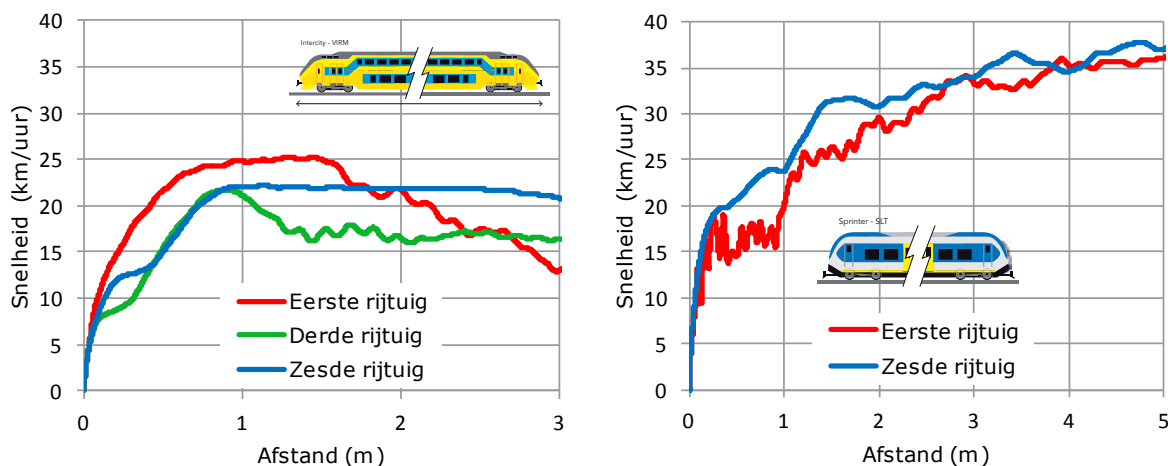
Van twee inzittenden van het eerste rijtuig van de intercity is het letsel opvallend. Zij werden namelijk door de vaste tafeltjes geraakt in de buikstreek. Inzittenden van andere rijtuigen gaven aan letsel te hebben in de borstregio. Eén passagier uit het eerste rijtuig van de intercity meldde contact van het hoofd met het bagagerek. Inzittenden uit het eerste rijtuig hebben dus aangegeven andere soorten letsel te hebben dan inzittenden uit de andere rijtuigen. Dit kan te maken hebben met postuur en houding van de inzittenden. Een andere mogelijke verklaring is dat inzittenden uit het eerste rijtuig een opwaartse beweging maakten tijdens de botsing. Deze beweging ontstaat als inzittenden in hun beweging iets achterblijven bij een neerwaartse beweging van de trein. De beweging kan ook ontstaan doordat zij worden gelanceerd door een opwaartse beweging van de trein. Tijdens de botsing op 21 april 2012 kan zich een dergelijk fenomeen hebben voorgedaan toen de sprinter opklom tegen de intercity.

## 4.4 De secundaire botsing en het effect op het ontstaan van letsel

De manier waarop de primaire botsing verloopt, heeft invloed op de secundaire botsing: de manier waarop inzittenden met een obstakel in de trein in aanraking komen. Deze paragraaf relateert het door inzittenden gerapporteerde letsel met informatie over de locatie in de trein. Dit levert inzichten op in de mechanismen die leidden tot het letsel.<sup>92</sup> Het is niet mogelijk een gedetailleerde analyse te maken van de relatie tussen het ontstaan van het geobserveerde letsel en de kenmerken van de treinen. Er is namelijk geen overzicht voorhanden van de zit- of staanplaats van elke passagier op het moment van de botsing en zijn/haar positie erna.

### 4.4.1 De snelheid van de secundaire botsing en het effect op het ontstaan van letsel

De snelheid van de secundaire botsing is afhankelijk van het snelheidsverloop tijdens de botsing van het rijtuig waarin de inzittende wordt vervoerd. Deze snelheid is ook afhankelijk van de afstand van de inzittende tot het obstakel waarmee de inzittende botst. In paragraaf 4.3.1 is een indicatie gegeven van het snelheidsverloop van de rijtuigen tijdens de botsing. Op basis van dit snelheidsverloop is een indicatie voor de snelheid van de secundaire botsing berekend, zie figuur 17.



Figuur 17: De snelheid van de secundaire botsing in relatie tot de afstand tot het interieurdeel waarmee de inzittende botst.

Uit de indicatieve berekening volgt dat inzittenden van beide treinen al bij kleine afstanden met een behoorlijke snelheid tegen een obstakel konden botsen. In het eerste rijtuig van de intercity kon de snelheid tot een bepaalde afstand hoger oplopen dan in andere rijtuigen van deze trein. In het eerste rijtuig van de intercity is meer letsel gemeld dan in de andere rijtuigen. Het letsel was daarnaast ernstiger. Ook de persoon die een dag na het voorval aan de opgelopen verwondingen overleed zat in dit voorste rijtuig. Deze verdeling van het letsel sluit aan bij de in figuur 17 weergegeven indicatie voor de snelheid van de secundaire botsing.

<sup>92</sup> In bijlage 1, 'Onderzoeksverantwoording', wordt de opzet van het onderzoek naar het letsel toegelicht. Bijlage 8, 'Letsel, letseloorzaak en positie in de trein', bevat enkele nadere doorsneden uit de door de Onderzoeksraad verkregen informatie over het letsel dat bij de botsing ontstond. Deze informatie vormt een aanvulling op de algemene overzichten uit paragraaf 2.6.3 en uit dit hoofdstuk.

Uit de indicatieve berekening volgt dat inzittenden in de sprinter met een hogere snelheid tegen een obstakel konden botsen als zij een relatief grote afstand konden overbruggen. In de sprinter is de ernst van de aangetroffen verwondingen gelijkmatiger verdeeld over de verschillende rijtuigen dan in de intercity. Voorin en achterin raakten enkele mensen meer gewond dan in de middelste rijtuigen. Er waren echter ook meer mensen die opgaven dat zij voorin of juist achterin zaten. Of de verdeling van de gewonden te maken had met de verdeling van de passagiers over de trein, of de snelheid van de secundaire botsing in de verschillende rijtuigen van de sprinter, kon niet worden vastgesteld.

#### 4.4.2 Kenmerken van het interieur en het effect op het ontstaan van letsel

Uit informatie van inzittenden blijkt dat een groot aantal inzittenden van beide treinen verwondingen opliep. Er raakten minimaal 93 personen gewond in de intercity en minimaal 96 personen in de sprinter. Uit de verstrekte informatie valt op dat het interieur van de treinen in de meeste gevallen als oorzaak wordt genoemd voor het ontstaan van letsel (tabel 5). Als voornaamste oorzaak van letsel gaven inzittenden daarna lichamelijk contact met andere inzittenden op. Inzittenden van de sprinter noemden dit vaker dan inzittenden van de intercity. Slechts enkelen noemden bagage als oorzaak van letsel. In al die gevallen ging het om licht letsel.<sup>93</sup> Met name dit laatste is opmerkelijk, omdat uit botsveiligheidsonderzoek blijkt dat rondvliegende bagage wel een belangrijk aandachtspunt is.<sup>94, 95</sup> Omdat bagage bij deze botsing geen grote rol speelde, zijn de risico's van rondvliegende bagage niet verder onderzocht.

	Intercity - VIRM 162 m		Sprinter - SLT 101 m	
	Licht	Ernstig <sup>96</sup>	Licht	Ernstig
Interieur	68	9	51	10
Andere inzittende	13	2	33	2
Bagage	1	-	5	-
Onbekend	7	-	7	3

Tabel 5: Relatie oorzaak en ernst letsel.<sup>97, 98</sup>

<sup>93</sup> Onder het lichte letsel vallen verwondingen die snel genezen en het leven van betrokkenen niet of beperkt beïnvloeden, zoals blauwe plekken, bloedneuzen of schaafwonden (door betrokken omschreven letsel, ten behoeve van dit onderzoek geclassificeerd AIS 1 en ISS 1-3). Onder het ernstige letsel vallen verwondingen die een behandeling vereisen, zoals breuken en inwendige bloedingen (door betrokken omschreven letsel, ten behoeve van dit onderzoek geclassificeerd AIS  $\geq 2$  en ISS  $\geq 4$ ).

<sup>94</sup> Davis Associates Ltd (DA), 2008. Management of on-train crowding. Report prepared for the Rail Safety and Standards Board Ltd (RSSB).

<sup>95</sup> Safeinteriors, 2010. Train Interior Passive Safety for Europe – Publishable Final Activity Report. Specific Target Research Project (STREP). FP6-031-260.

<sup>96</sup> De oorzaak van het letsel van de overleden passagier is opgenomen onder 'ernstig'.

<sup>97</sup> De tabel gaat uit van de belangrijkste genoemde oorzaken en maakt geen nadere onderverdeling in elementen uit het interieur, de positie van medepassagiers of soorten bagage. De informatie die beschikbaar was, was voor een verdere uitsplitsing te summier.

<sup>98</sup> De som van de getallen in de tabel is groter dan het totaal aantal gewonden genoemd in paragraaf 2.6.3. Dit komt doordat diverse inzittenden meerdere oorzaken van hun letsel aangaven, bijvoorbeeld zowel contact met een andere persoon als met het interieur.

De volgende factoren speelden een rol in de relatie tussen het door inzittenden gerapporteerde letsel en het interieur van beide treinen: de afstand tot een obstakel (a), karakteristieken van het interieur (b), rondvliegende objecten (c) en specifieke veiligheidssystemen (d).

#### *Het effect van de afstand tot obstakels op het ontstaan van letsel (a)*

Passagiers kunnen letsel oplopen doordat zij, als gevolg van een botsing, van hun stoel naar voren schieten, of doordat zij geraakt worden door andere passagiers of rondvliegende objecten. Hoe groter de afstand voordat een passagier iets of iemand raakt, hoe groter de botsnelheid<sup>99</sup> en daarmee de kans op letsel. De afstand hangt samen met de kenmerken van de zit- of staanplaats waar inzittenden zich bevonden op het moment van de botsing.<sup>100</sup> Zowel de rijrichting als de ruimte om te bewegen zijn van belang. De informatie die inzittenden van de treinen verstrekt hebben, maakte het mogelijk om de ernst van het opgelopen letsel te relateren aan de belangrijkste typen zit- en staanplaatsen.<sup>101</sup> Het beschreven letsel komt overeen met inzichten uit onderzoek naar de risico's van voor- of achterwaarts reizen en de risico's van open ruimtes:

- Passagiers die achteruit reisden, rapporteerden minder vaak letsel dan degenen die vooruit reisden. Uit het onderzoek bleek dat verwondingen van degenen die achteruit reisden, over het algemeen minder ernstig waren dan verwondingen van degenen die vooruit reisden.
- Ongeveer driekwart van de passagiers met letsel die tegenover elkaar zaten en zelf achteruit reisden, relateerde het opgelopen letsel aan contact met een andere passagier. Verder beschreven passagiers die op deze wijze reisden nekletsel als gevolg van ongecontroleerd bewegen van het hoofd.
- Passagiers die dwars op de rijrichting zaten, meldden relatief veel letsel. Uit eerder onderzoek naar botsveiligheid komt dit niet naar voren omdat deze onderzoeken zich richten op zittende reizigers die vooruit of achteruit reizen en reizigers die stand reizen.<sup>102</sup>
- Een groot deel van de aanwezigen in de open ruimtes van de treinen raakten gewond. Onder open ruimte wordt verstaan: de balkons van beide treinen, de trapportalen van de intercity en het gangpad van de compartimenten met zijwaarts geplaatste stoelen in de sprinter. In deze ruimtes ontwikkelden passagiers een grotere snelheid als zij door een botsing van hun stoel afschoten, of vielen als ze stonden. Het aantal gewonden en de ernst van de verwondingen in de sprinter was het grootst. Het concept van deze treinen is gericht op sociale veiligheid en het vervoeren van veel reizigers over kortere afstanden, waardoor deze treinen meer open ruimtes hebben dan intercity's. Dat kan in dit verband een rol hebben gespeeld.

---

<sup>99</sup> Tot een bepaalde afstand neemt de snelheid van de secundaire botsing toe, daarna stabiliseert deze snelheid.

<sup>100</sup> In bijlage 8, 'Letsel, letseloorzaak en positie in de trein', staat een overzicht van de aantallen passagiers die letsel melden, het type zit- of staanplaats dat zij beschrijven en de ernst van het opgelopen letsel.

<sup>101</sup> Passagiers kunnen vooruit, achteruit of zijwaarts reizen. Zij kunnen zittend of staand reizen. De zitplaatsen zijn achter elkaar, tegenover elkaar of langs de wand van de trein geplaatst. Zie verder bijlage 8 'Letsel, letseloorzaak en positie in de trein'.

<sup>102</sup> Safeinteriors, 2010. Train Interior Passive Safety for Europe – Publishable Final Activity Report. Specific Target Research Project (STREP). FP6-031-260.

### *Het effect van de karakteristieken van het interieur op het ontstaan van letsel (b)*

De kenmerken van het interieur waar de inzittende tegenaan botst, hebben invloed op het ontstaan van letsel (zie paragraaf 4.2.). De beschikbare informatie over het letsel en de oorzaken van verwondingen die de inzittenden zelf beschreven, maakten het mogelijk aandachtspunten te formuleren voor kenmerken van het interieur waar inzittenden mee in aanraking kwamen. De aandachtspunten betreffen zowel elementen van het interieur als de gebruikte materialen.

Het letsel dat is ontstaan in de cabine is apart beschouwd van het letsel in de reizigerscompartimenten. De functionaliteit van beide delen van de trein verschillen namelijk sterk van elkaar, net als de schades.

### *Cabines intercity en sprinter*

De machinist en de bijrijder in de cabine van de intercity raakten niet bekneld. Ze verlieten namelijk vóór de botsing hun zitplaats. Ze liepen desondanks letsel op doordat ze tijdens hun vluchtpoging in aanraking kwamen met het interieur van de cabine. De machinist raakte lichtgewond, waarschijnlijk als gevolg van contact met de stuurtafel, zijn stoel en gebroken glas afkomstig van de voorruit. De bijrijder had letsel aan hoofd, nek, neus, ribben en schouder, waarschijnlijk als gevolg van contact met de airco-unit en de achterwand van de cabine (zie figuur 18). De ernst van dit letsel was dusdanig dat de bijrijder in het ziekenhuis behandeld moest worden. Uit het onderzoek bleek verder dat op enkele plaatsen in de cabine sprake was van uitstekende delen, zoals jashaakjes en opklapbare stoelleuning. Een van deze uitstekende delen speelde mogelijk een rol bij het feit dat de bijrijder er niet in slaagde te vluchten.<sup>103</sup> Juist als inzittenden van de cabine deze bij een botsing moeten verlaten, is het belangrijk dat de vluchtweg niet belemmerd wordt.

---

<sup>103</sup> Informatie uit een interview.





*Figuur 18: Boven: interieur cabine intercity op de plaats van de bijrijder met ingeschoven airco-unit en gedeukte achterwand – vermoedelijke raakplekken omcirkeld; Onder: binnenkant cabine sprinter met console. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

De machinist van de sprinter liep letsel op in de buikregio doordat deze vanuit de stoel naar voren schoot en tegen de stuurtafel botste. De verwondingen waren beperkt, ondanks de aanzienlijke snelheid van de secundaire botsing. Gunstige eigenschappen van de stuurtafel, zoals de vorm – dikke rand, afgeronde hoeken – en het gebruikte materiaal kunnen daaraan bijgedragen hebben (zie figuur 18).

#### *Interieur van de reizigerscompartimenten van de intercity en de sprinter*

Nagenoeg alle passagiers die reisden in de rijrichting op stoelen in rijen achter elkaar, meldden letsel door contact met de achterzijde van de stoel voor hen. Het ging voornamelijk om letsel aan het gezicht, zoals letsel aan de neus (uiteenlopend van een bloedneus tot een gebroken neus) maar ook om letsel aan knieën en onderbenen (uiteenlopend van een schaafwond tot een gekneusde knie). In het bijzonder valt een verschil op in de waargenomen schade aan de achterkanten van de stoelen in de intercity en de sprinter (zie figuur 19).

Diverse stoelen in de intercity vervormden door contact met de passagiers. Op een aantal plaatsen ontstonden scheuren en gaten met scherpe randen in de plastic achterkanten van de stoelen.

Bij enkele stoelen van de sprinter was de hoofdsteen naar voren gebogen. Aan de achterkant van enkele stoelen was de aluminium beplating ter hoogte van de knieën ingedeukt. Doordat deze stoelen vervormden, werd de kracht verminderd die werd uitgeoefend op de inzittenden die met de stoelen in botsing kwamen. Daarmee werd de kans op letsel ook kleiner.



Figuur 19: Schade aan het interieur van de intercity en de sprinter. Boven links: gebroken plastic aan de achterzijde van de stoelen in de intercity ter hoogte van het hoofd. Boven rechts: gebroken plastic aan de achterzijde van stoelen van de intercity ter hoogte van de knieën. Onder: schade aan de achterzijde van de stoelen van de sprinter opgesteld in rijen achter elkaar. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.

Op basis van inzichten uit eerder uitgevoerd onderzoek<sup>104</sup> naar botsveiligheid van treinen is het aannemelijk dat de verschillende materialen van de stoelen van invloed waren op het ontstaan van het letsel. Plastic kan scheuren met mogelijk scherpe randen tot gevolg. Dit gebeurde aan de achterzijde van de stoelen in de intercity. Het kan van invloed zijn geweest op de aard en ernst van de opgelopen verwondingen.



Figuur 20: Boven: de onbeschadigde tafel op de plaats waar de passagier in de intercity het fatale letsel opliep. Onder links: een omlaag geklapt tafeltje aan de achterzijde van een stoel van de intercity. Onder rechts: een verbogen stang op het balkon van de sprinter, vermoedelijk door contact met een passagier. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.

104 Safeinteriors, 2010. Train Interior Passive Safety for Europe – Publishable Final Activity Report. Specific Target Research Project (STREP). FP6-031-260.

In beide treinen schreven inzittenden opgelopen letsels ook toe aan andere delen van het interieur, in het bijzonder de aanwezige tafeltjes en prullenbakken. Uit het oogpunt van botsveiligheid valt het dunne tafelblad in de intercity op (zie figuur 20, links). Een dun blad kan ook bij een kleine afstand van de passagier tot het tafeltje leiden tot aanzienlijk letsel. Dit kan zeker gebeuren als het in contact komt met een verhoudingsgewijs kwetsbaar deel van het lichaam, zoals de buikregio.<sup>105</sup> In beide treinen meldden reizigers die vooruit reisden letsel door de tafeltjes. Het ging om de tafeltjes aan de raamzijde en in de intercity tevens om tafeltjes aan de achterzijde van de stoel van de voorganger.

In het eerste rijtuig van de intercity was de botssnelheid in deze trein het grootst en was sprake van een neerwaartse beweging van het rijtuig (zie ook 4.3). Twee inzittenden meldden ernstig intern letsel in de buikregio, wat gerelateerd kan worden aan contact met deze tafeltjes. De passagier die aan de verwondingen overleed, zat eveneens in het eerste rijtuig aan de raamzijde. Het betrof een plaats waar vanwege de toegangsdeur slechts één stoel was opgesteld, in plaats van twee stoelen naast elkaar (zie figuur 20, boven). Deze stoel had naast het dunne tafelblad nog enkele andere specifieke kenmerken. Het tafeltje zat verder voor het lichaam van de passagier dan op andere zitplaatsen omdat de stoel geen leuning had aan de raamzijde. Bovendien zat deze passagier tegen de arMLEuning aan de gangzijde, doordat er geen tweede stoel was. De passagier kon daardoor minder makkelijk zijwaarts langs het tafeltje schuiven.

Contact met een tafeltje leidde in de andere rijtuigen van de intercity tot letsel in de borstregio en niet tot buikletsel. Het ging zowel om tafeltjes aan de raamzijde als om tafeltjes aan de achterzijde van stoelen voor hen. Op enkele plaatsen was schade zichtbaar (zie figuur 20, midden). Het verschil met de letsels in het eerste rijtuig kan onder andere veroorzaakt zijn door het verschil in beweging tussen het eerste rijtuig en de rijtuigen die later bij de botsing betrokken raakten (zie paragraaf 4.3.1). Het verschil kan ook komen door verschil in postuur van inzittenden en een iets andere manier van bewegen tijdens de botsing. Dat een ogenschijnlijk klein verschil grote gevolgen kan hebben, wordt duidelijk als men zich realiseert dat er slechts enkele centimeters zitten tussen het borstbeen of de onderste ribben en de zachtere buikregio.

Ook passagiers van de sprinter meldden letsel door tafeltjes aan de raamzijde. Zij vermeldden evenwel alleen licht letsel. Het aantal meldingen bedroeg ongeveer een derde van het aantal meldingen in de intercity.

In beide treinen noemden enkelen botsingen met andere interieurelementen. Denk hierbij aan prullenbakjes en stangen voor houvast op de balkons. Passagiers in de intercity meldden ook botsingen met trapleuningen en wc-deuren; passagiers in de sprinter meldden ook botsingen met glazen tussenwanden. Vooral de sprinter had aanzienlijke schade aan deze interieurelementen (zie ook *Het effect van rondvliegende objecten (c)*). Zo vertoonden enkele van deze stangen zichtbare vervorming (zie figuur 20).

Zowel in de intercity als in de sprinter was sprake van letselrisico door scherpe delen en hoeken van het interieur. Voorbeelden hiervan zijn de jashaakjes in de intercity en in

---

<sup>105</sup> NATO, 2007. Test Methodology for Protection of Vehicle Occupants against Anti-Vehicular Landmine Effects. Chapter 3 – Injury criteria and tolerance levels, 3.1 Injury biomechanics. NATO/OTA RTO-TR-HFM-090.



beide treinen de hoeken van elektronische informatiepanelen boven de hoofden van passagiers. Hoewel niemand deze scherpe delen, hoeken en randen heeft gemeld als oorzaak van het opgelopen letsel, vormen zij een reëel risico. Bij iets andere omstandigheden, zoals een andere bezetting van de stoelen, hadden de scherpe interieurdelen ook bij deze botsing tot letsel kunnen leiden.

#### *Het effect van rondvliegende objecten (c)*

In beide treinen raakte een deel van het treinmeubilair gedeeltelijk los door de botsing. Het ging onder andere om inspectieluiken, lichtbakken, de bevestiging van stoelen, (delen van) glazen scheidingswanden, glazen deuren en bevestigingsstangen van scheidingswanden. Enkele lichtbakken in de intercity raakten volledig los, net als een glazen wand, een glazen deur en een stoelleuning in de sprinter. In de sprinter was beduidend meer glas toegepast vanwege het open concept van deze trein. In beide treinen was sprake van glasschade:

De voorruit van beide treinen braken als gevolg van de botsing. De machinist van de intercity had enkele snijwonden aan gezicht en hoofd. Deze wonden zijn waarschijnlijk het gevolg van contact met glas van de gebroken voorruit.

In de intercity is glasschade aangetroffen op twee plaatsen op de overgang van de trap naar het reizigerscompartiment. Het gebruikte veiligheidsglas, van het type gehard glas<sup>106</sup>, brak in kleine, onscherpe stukjes (zie figuur 21). In de sprinter waren de deuren tussen de eerste en de tweede klas van gehard glas. Ook hier is één van de deuren in kleine stukjes gebroken. Hoewel enkele inzittenden door deze stukjes geraakt werden, rapporteerde geen van hen letsel door gebroken glas.

In de sprinter raakten glazen scheidingswanden beschadigd. De scheidingswanden naast de deuren van gehard glas zijn uitgevoerd in gelaagd<sup>107</sup> gehard glas. Een van deze wanden was gebroken. Hierbij werden de glaskorrels bijgehouden door de folie tussen de glasplaten.

De andere scheidingswanden in de sprinter waren uitgevoerd in gelaagd glas. Sommige wanden waren gebroken waarbij glasscherven door de aanwezige folie bijeen werden gehouden. Andere wanden hadden gescheurde ruiten met scherpe randen. Ook waren er losse glasscherven en glazen wanden die loskwamen uit de bevestigingsconstructie (zie figuur 21). Daarnaast zijn er kleine glassplinters aangetroffen op enkele stoelen direct achter de beschadigde glazen scheidingswanden van de balkons. Zulke glassplinters kunnen ontstaan doordat passagiers op de balkons tegen de scheidingswanden aanbotsen. Hierdoor kunnen er aan de achterzijde splinters 'afspatten' (zogenoemde spalwerking).

De huidige voorschriften verplichten veiligheidsglas, gelaagd of gehard, zonder in te gaan op de situatie waarin het glas wordt toegepast. Er zijn geen eisen aan de prestatie

---

<sup>106</sup> Gehard glas is ongeveer vijf keer zo sterk als gewoon glas van dezelfde dikte en breekt in kleine korrels in plaats van scherven. Dit beperkt de kans op letsel.

<sup>107</sup> Gelaagd glas bestaat uit twee of meer ruiten, met elkaar verbonden door een transparante en onzichtbare tussenlaag van kunststof.

die het glas moet leveren in geval van een botsing: welke belasting moet glas aankunnen? Wat mogen de gevolgen zijn van een botsing? Moet het glas heel blijven of juist breken? Vanuit botsveiligheidsperspectief en het beheersen van potentieel letsel is het raadzaam te voorkomen dat er scherpe delen (scherpe randen, splinters) ontstaan als glas breekt. Ook is het van belang dat glas niet loskomt uit de bevestigingsconstructie of folie. Zo wordt het bij een botsing niet door de ruimte geslingerd.





*Figuur 21: Glasschade. Boven links: toegang reizigerscompartiment intercity. Boven rechts: gebroken glazen scheidingswand sprinter. Onder links: verbrokkelde glazen deur sprinter. Onder rechts: gebroken en losgeraakte glasscherven sprinter. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

Glas dat op de juiste manier is toegepast, kan letsel ook juist voorkomen. Bijvoorbeeld als glas of de constructie waarin dit is bevestigd enigszins meegeeft. Het gebruik van glas zoals toegepast in de sprinter, biedt vanuit dit perspectief nog mogelijkheden tot verbetering.

In wet- en regelgeving is verder opgenomen dat delen van het interieur niet los mogen raken bij een botsing tot een versnelling van 5 g.<sup>108, 109</sup> Bij de botsing op 21 april raakten enkele bevestigingen van stoelen los, maar de stoelconstructie kwam niet in zijn geheel los. Inzittenden meldden ook geen letsel doordat stoelen losraakten. Wel relateerde één inzittende het opgelopen letsel aan lichtere losgeraakte delen van het interieur. Op meerdere plaatsen in de treinen waren dergelijke delen van het interieur zichtbaar losgeraakt. Denk hierbij aan inspectieluiken, lichtbakken en stoeleuning. Als het drukker was geweest in de treinen, hadden vooral de losgeraakte plafonds in de intercity tot letsel kunnen leiden.

#### *Het effect van veiligheidssystemen (gordels en airbags) (d)*

Veiligheidssystemen in treinen kunnen de botsveiligheid verbeteren, zoals ook te lezen is in 4.2.2. In beide treinen zijn geen specifieke veiligheidssystemen aangetroffen, zoals gordels en airbags. Volgens de huidige voorschriften zijn zulke systemen bij treinen ook niet verplicht. Op Europees niveau wordt de werking en toepasbaarheid van dergelijke systemen in treinen nog onderzocht.

Hoe effectief een veiligheidssysteem is, hangt sterk af van hoe het in een trein wordt aangebracht, onderhouden en gebruikt. Een systeem dat onjuist is aangebracht, gebruikt of onderhouden, kan het letselrisico zelfs vergroten. Een veiligheidsgordel die aan een stoel zit, stelt bijvoorbeeld eisen aan het ontwerp van die stoel. Wordt de gordel niet gebruikt, dan wordt de kans op letsel groter.<sup>110, 111</sup> Bovendien werken veiligheidsgordels op stoelen uiteraard niet voor staande passagiers. Voor de intercity geldt tot slot dat een gordel de vluchtpoging van de machinist en de rijder had kunnen belemmeren. In dat geval hadden zij wel bekneld kunnen raken.

## **4.5 Veiligheidsbeleid vervoerder**

Het gedrag van de treinen bij de botsing op 21 april verschilde sterk van elkaar. De treinen verschilden namelijk qua uitvoering. De ontwerpen ervan dateren uit verschillende tijdspannen met verschillende regelgeving. Daarnaast bepaalt het beleid van de vervoerder waarom de treinen 'zijn zoals ze zijn'.

<sup>108</sup> In de periode 1998-2004 waren de toelatingseisen opgenomen in het normblad: RnV-Normblad M-001 Toelatingseisen Rollend Materieel Spoorwegveiligheid, opgesteld door het toenmalige RailNed Spoorwegveiligheid (later opgegaan in de huidige Inspectie Leefomgeving en Transport).

<sup>109</sup> Vanaf 2005 wordt in de toelatingseisen voor treinen verwezen naar EN-12663 (Railway applications - Structural requirements of railway vehicle bodies)

<sup>110</sup> RSSB, 2005. Engineering Improving the design of seats and tables, and evaluating restraints to minimise passenger injuries - Review of Two-Point Passenger Restraints.

<sup>111</sup> RSSB, 2007. Research Programme Engineering Assessment of three-point passenger restraints (seatbelts) fitted to seats on rail vehicles.

De intercity die bij het ongeval betrokken was, is van de tweede serie VIRM. Deze serie is gebouwd volgens het oorspronkelijk ontwerp uit de jaren negentig. In die periode waren er nog geen wettelijke voorschriften voor botsveiligheid. Het ontwerp kwam tot stand op grond van interne botsveiligheidseisen van NS, gebaseerd op ongevallen uit het verleden. Deze intercity's beschikken niet over energieabsorberende voorzieningen. Ook zijn er bij deze intercity's geen maatregelen genomen tegen bijvoorbeeld overrijden. Wel stelde NS destijds belastbaarheids-eisen aan de constructie die hoger waren dan wat is vastgelegd in UIC-fiche 566. NS verlangde bovendien dat de fabrikant een prototype van de intercity zou onderwerpen aan statistische belastingsproeven om aan te tonen dat aan de belastbaarheids-eisen werd voldaan.

Rond 2001 namen de reizigersaantallen flink toe. NS had niet genoeg materieel om aan de toenemende vraag tegemoet te kunnen komen. Snelle levering van nieuw materieel was noodzakelijk. Zonder aanvullende eisen aan botsveiligheid te stellen, bijvoorbeeld op basis van veranderende wet- en regelgeving, plaatste NS een vervolgbestelling naar het oorspronkelijke ontwerp van de eerste serie. Dit besluit was mede gebaseerd op goede ervaringen met dit type treinen. De Inspectie Verkeer en Waterstaat liet de intercitytreinen van de tweede serie VIRM toe op het spoor omdat ze gelijk waren aan de al eerder toegelaten eerste serie.

De sprinter die bij het ongeval betrokken was, is van het type SLT. Het ontwerp van de SLT-treinstellen kwam rond 2005 tot stand nadat NS hiervoor een openbare aanbesteding had uitgeschreven. NS stelde daarbij onder andere de eis dat het ontwerp moest voldoen aan de inmiddels geformuleerde wettelijke botsveiligheidseisen.<sup>112</sup> Dit hield in dat de constructie van de rijtuigen bestand moest zijn tegen de vier botsscenario's (zie 4.2.3). Ook hield dit in dat de trein moest voldoen aan de eisen van de op dat moment geldende editie van EN 12663. Verder moest de leverancier het materieel leveren met alle wettelijk verplichte toelatingsdocumenten.<sup>113</sup> Op basis daarvan gaf de Inspectie Leefomgeving en Transport een vergunning voor indienststelling.

Tijdens de bouw en de toelating van beide treinen bestonden slechts beperkte eisen aan de botsveiligheid van het interieur (respectievelijk UIC 566 en EN 12663). Ook NS stelde geen aanvullende eisen. De vraag is dan ook hoe het beleid bij NS erop is ingericht de gevolgen van een botsing te beperken en het risico op letsel bij inzittenden te beheersen. Sinds de invoering van de Spoorwegwet in 2005 moeten vervoerders een veiligheidsbeleid hebben waarin de risico's van botsingen zijn opgenomen. Binnen de NS Groep is NS Reizigers hiervoor verantwoordelijk als uitvoerder van het treinvervoer. Hoe NS invulling geeft aan deze verantwoordelijkheid, komt tot uitdrukking in het veiligheidsmanagementsysteem (VMS). Dit VMS heeft alleen betrekking op Spoorwegveiligheid.

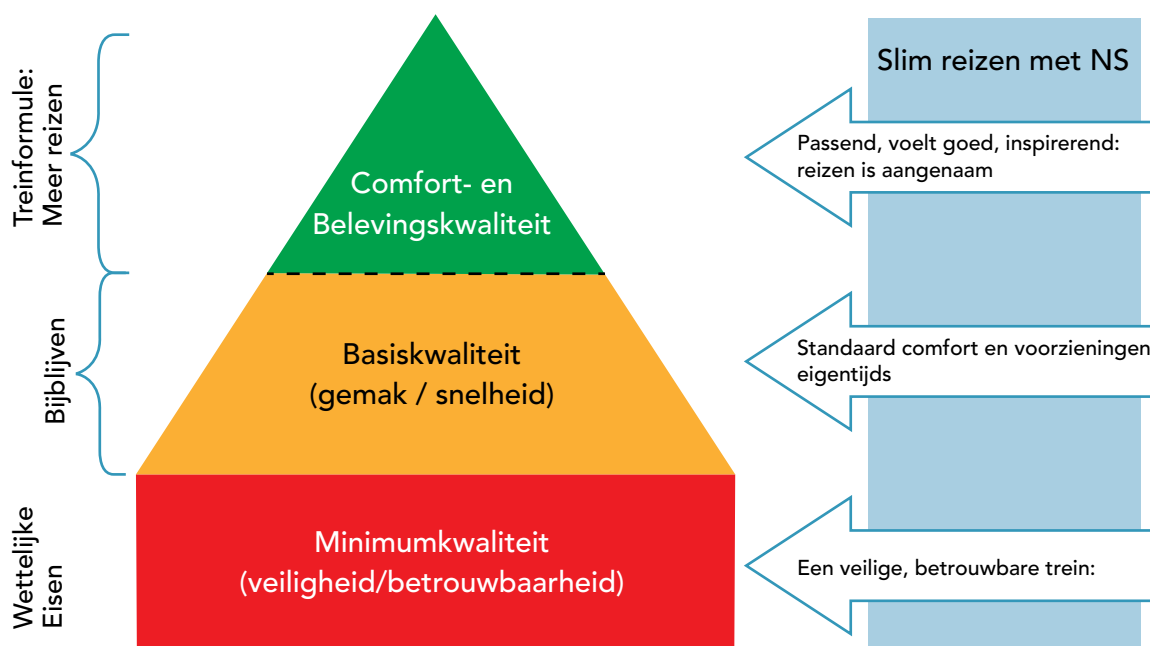
---

<sup>112</sup> Voorafgaande aan inwerkingtreding van de Europese norm EN-15227 was er in Nederland nationale regelgeving van toepassing op toelating van treinen. Tussen 1998 en 2005 gold normblad RnV-M001 en vanaf 1 januari 2005 de Regeling Keuring Spoorvoertuigen (RKS). In beide waren eisen opgenomen voor de botsveiligheid van reizigerstreinen.

<sup>113</sup> Het Veiligheidsmanagement Systeem bevat een specifieke procedure voor aanschaf, wijziging, herstel en afvoer van materieel (Proces 8.1) die dit werkproces op hoofdlijnen beschrijft.

Het VMS definieert Spoorwegveiligheid als 'de mate van afwezigheid van gevaar in en door het railverkeersysteem', waarbij gevaar betrekking heeft op letsel en schade.<sup>114</sup> Desondanks ligt de nadruk bij het beheersen van veiligheidsrisico's op het voorkomen van een botsing. Hoe de gevolgen van een botsing kunnen worden beperkt en hoe het risico op letsel bij inzittenden kan worden beheerst, komt in het VMS niet aan de orde.

Het uitgangspunt voor NS is dat aan te schaffen treinen minimaal voldoen aan de Europese wet- en regelgeving met bijbehorende normen. Dit referentiekader geldt ook als het gaat om een veilige werkplek voor machinisten en conducteurs en de veiligheid van inzittenden. Binnen de NS-organisatie kunnen incidenten echter wel aanleiding vormen voor aanvullende eisen. Commerciële belangen spelen ook mee bij de aanschaf of aanpassing van treinen. NS streeft ernaar een treinreis zo aantrekkelijk mogelijk te maken en deze zo veel mogelijk af te stemmen op de behoefte van de reiziger. Hierbij hanteert de organisatie drie kwaliteitsniveaus: minimumkwaliteit, basiskwaliteit en comfort- en belevingskwaliteit. Elke nieuwe en aangepaste trein moet minimaal aan de aspecten van minimum- en basiskwaliteit voldoen om aantrekkelijk te blijven voor klanten. Figuur 22 toont de kwaliteitsniveaus die NS hanteert.



Figuur 22: Kwaliteitsniveaus. Bron: NS.

Bij aanschaf en aanpassing van treinen is veiligheid een van de aspecten die meespelen in de belangenafweging. De algemene wettelijke zorgplicht voor veiligheid<sup>115</sup> is in het vervoersplan<sup>116</sup> voor 2012 uitgewerkt in het zorggebied sociale veiligheid, naast andere zorggebieden als op tijd rijden, service verlenen (informatievoorziening en reinheid), redelijke kans op een zitplaats en toegankelijkheid. Voor botsveiligheid gold en geldt dat deze moet voldoen aan de wettelijke minimumvereisten.

<sup>114</sup> Het railverkeersysteem is gedefinieerd als 'het geheel van mensen, middelen en methoden dat een directe bijdrage levert aan het spoorwegverkeer binnen een spoorwegnet'.

<sup>115</sup> Bron: Wet personenvervoer 2000 en Vervoerconcessie voor het hoofdrailnet 2005-2015, hoofdstuk II, artikel 6.

<sup>116</sup> In de jaarlijkse vervoerplannen geeft de NS aan hoe zij aan de in de concessie gestelde verplichtingen zal voldoen.

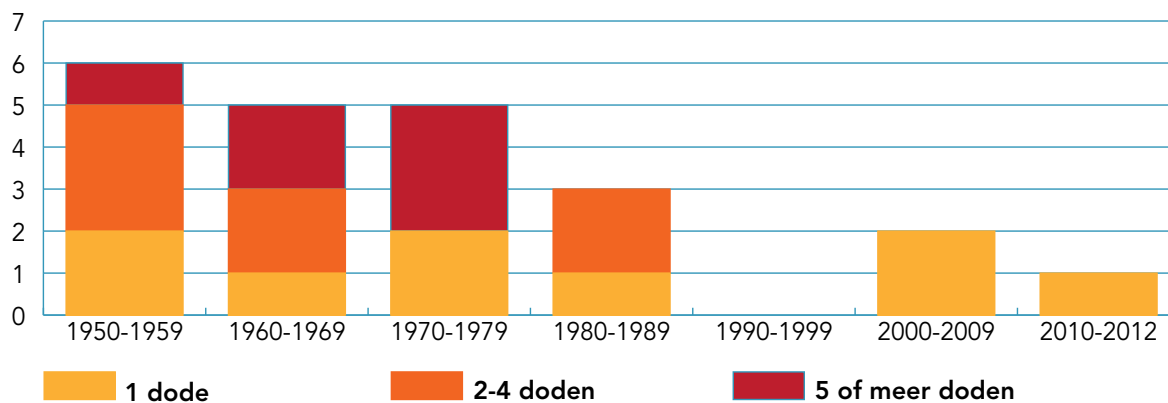
## 4.6 De botsing van 21 april 2012 in breder perspectief

De laatste paragraaf van dit hoofdstuk beschrijft de botscompatibiliteit van de treinen en gaat nader in op regelgeving en beleid rondom botsveiligheid van de betrokken vervoerder. Dit zijn twee aspecten van de botsing op 21 april 2012 die naar het oordeel van de Onderzoeksraad specifieke aandacht verdienen. Als opmaat wordt de treinbotsing van 21 april eerst in perspectief geplaatst door deze te vergelijken met eerdere botsingen.

### 4.6.1 Historisch perspectief van treinbotsingen

Na het ongeval van 21 april werd gezegd dat het de enige treinbotsing was van de afgelopen twee decennia met een dodelijk slachtoffer onder de passagiers als gevolg. Daardoor zou de indruk kunnen ontstaan dat zowel het tegengaan van treinbotsingen als de botsveiligheid van de treinen inmiddels redelijk op orde is. Nadere beschouwing van de ongevalstatistiek leidt echter tot een genuanceerder beeld.

#### Dodelijke Treinbotsingen



Figuur 23: Verloop van het aantal dodelijke treinbotsingen

In de afgelopen zestig jaar is de frequentie van het aantal dodelijke treinbotsingen inderdaad drastisch afgenomen. Figuur 23 toont hoe het aantal dodelijke treinbotsingen is afgenomen van vijf á zes per tien jaar in de vijftiger/zestiger/zeventiger jaren van de vorige eeuw tot drie in de afgelopen twintig jaar. Ook de ernst van die botsingen is verminderd. In de afgelopen twintig jaar heeft zich geen treinbotsing met meerdere doden onder de inzittenden meer voorgedaan. Bij de drie dodelijke botsingen van de afgelopen twintig jaar kwam steeds één persoon om het leven; het betrof in twee gevallen een machinist en in het derde geval (onderhavige botsing) een passagier.

Anderzijds waren er in de afgelopen jaren nog steeds met een zekere regelmaat ernstige botsingen met reizigerstreinen.<sup>117</sup> In de periode 2001-2010 ging het om de volgende aantallen botsingen met gewonden:<sup>118</sup>

<sup>117</sup> Een reizigerstrein is een trein die volgens een bepaalde dienstregeling rijdt. Treinen die bijvoorbeeld gerangeerd worden, zijn geen reizigerstrein en zijn daarom niet meegenomen in deze uitwerking.

<sup>118</sup> Genoemde aantallen zijn gebaseerd op de jaarlijkse trendanalyses van de Inspectie Leefomgeving en Transport (tot 2012 IVW).

- Zestien frontale botsingen en dertien flankbotsingen van een reizigerstrein met een andere trein. In alle zestien gevallen vielen er gewonden en in zes daarvan meer dan tien. Bij een botsing in Roermond (2003) viel een dodelijk slachtoffer.
- Meerdere tientallen botsingen van een reizigerstrein tegen een stootjuk. Hiervan waren er acht dermate krachtig dat er gewonden vielen. Geen van de gewonden liep dodelijk letsel op.
- Er waren vele tientallen overwegaanrijdingen met een reizigerstrein. Hierbij was in negentien gevallen sprake van slachtoffers onder de treininzittenden en/of ontsporing van de trein. In de trein liep geen van de gewonden dodelijk letsel op.<sup>119</sup>

Uit deze cijfers blijkt dat er zich jaarlijks gemiddeld vier tot vijf ernstige botsingen met reizigerstreinen hebben voorgedaan en dat bij een wezenlijk deel daarvan letsel is ontstaan. Hierbij moet worden aangetekend dat bij een deel van die botsingen een iets andere samenloop van omstandigheden tot een ernstigere afloop zou hebben geleid. Dat geldt zowel voor de botsingen met andere treinen en stootjukken als voor de overwegaanrijdingen (zeker die waarbij ontsporing optrad). Ook moet worden aangetekend dat de intensiteit van het treinverkeer in de periode 2001-2010 aanzienlijk is toegenomen.

#### **4.6.2 Botscompatibiliteit van de treinen**

Uit de schade die bij de botsing op 21 april aan de beide treinen is ontstaan, valt vooral op dat er aan de intercity – in tegenstelling tot de sprinter – aanzienlijke vervormingen zijn ontstaan aan de cabine en de rijtuiguiteinden (zie paragraaf 4.3 en figuur 24). Dit verschil komt voort uit twee wezenlijk verschillende concepten ten aanzien van het constructieve ontwerp. Het ontwerp van de intercity stamt uit het begin van de negentiger jaren van de vorige eeuw. Het ontwerp van de sprinter stamt uit 2005. In de tussenliggende periode waren er ingrijpende ontwikkelingen op het gebied van botsveiligheid van reizigers-treinen, zowel wat betreft visie en technische mogelijkheden als regelgeving. Meer informatie over de belangrijkste ontwikkelingen is te vinden in bijlage 4.

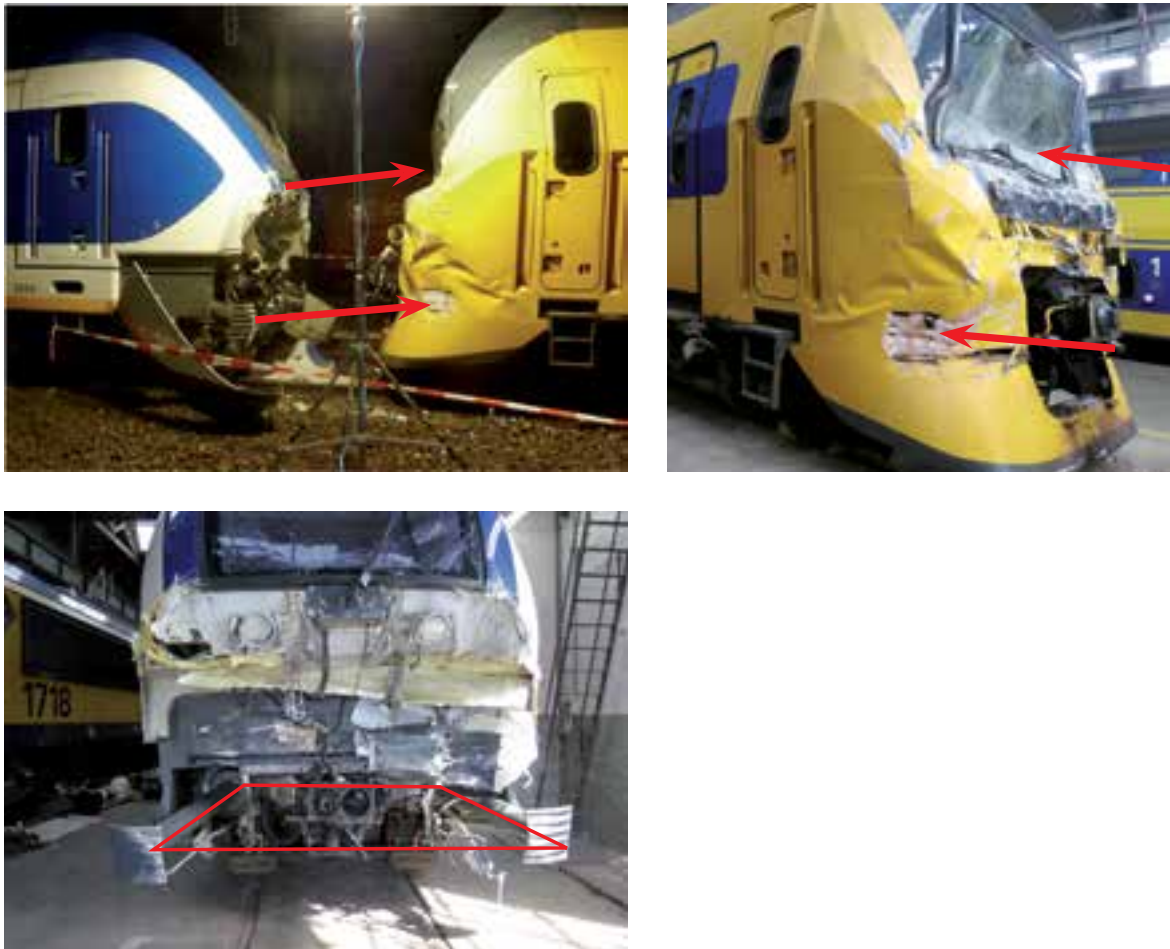
De forse vervormingen van de intercity hebben er bij deze botsing niet toe geleid dat inzittenden bekneld raakten. Toch ziet de Onderzoeksraad, wat het vervorminggedrag van de treinen betreft, drie zorgpunten.

##### *Incompatibiliteit tussen de fronten van beide treinen (1)*

De Onderzoeksraad ziet als zorgpunt dat de crash-absorbers van de sprinter nauwelijks functioneerden. Deze crash-absorbers verbogen tijdens de botsing doordat het front van de intercity niet compatibel is met dat van de sprinter (zie figuur 24). Bij de aanschaf van nieuw materieel is het belangrijk dat NS nagaat of er maatregelen nodig zijn om de botscompatibiliteit met de bestaande vloot te bevorderen.

<sup>119</sup> Uit de jaarlijkse trendanalyses van ILT blijkt dat het aantal slachtoffers onder de inzittenden van andere voertuigen die betrokken zijn bij overwegaanrijdingen, per jaar sterk fluctueert. Daarom is deze informatie niet opgenomen in dit rapport.





Figuur 24: Deze foto's tonen de incompatibiliteit van beide treinen. Boven links: de eindpositie met vervorming als gevolg van de botsing. Boven rechts: schade aan het front van de intercity. Onder: de crash-absorbers van de sprinter, die door de botsing naar buiten verbogen. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.

### Vervorming cabine intercity (2)

Het tweede zorgpunt is dat de cabine van de intercity zeer fors is vervormd. Als gevolg daarvan ontstond er ernstig letselrisico voor de beide machinisten die zich in die cabine bevonden.

Deze vervorming van de cabine is ontstaan doordat het front van de intercity op de plaats waar deze door de sprinter is geraakt aanzienlijk minder sterk is uitgevoerd dan de sprinter. Bij de sprinter (en andere 'jonge' reizigerstreinen) is deze zone bewust sterker gemaakt om de cabine beter bestand te maken tegen een overwegaanrijding met een vrachtauto.<sup>120</sup> De cabine van de sprinter, waarop tijdens de botsing dezelfde krachten zijn uitgeoefend, is dan ook niet wezenlijk vervormd.

De relatief geringe sterkte van het bovenste deel van het intercityfront kan dus problemen geven bij een frontale botsing met een andere moderne reizigerstrein of bij een over-

<sup>120</sup> Dergelijke aanrijdingen vormen een van de vier botsscenario's waarop het ontwerp van een nieuwe reizigerstrein volgens de huidige toelatingseisen moet worden getoetst.



wegaanrijding met een vrachtauto. Vooral dat laatste ongevaltype doet zich in de praktijk voor. De volgende foto's tonen twee voorbeelden van een overwegaanrijding met een vrachtwagen met soortgelijke intercity's, waarbij eveneens forse schade aan de cabine is ontstaan.



Figuur 25: Voorbeelden van forse vervormingen aan de cabine van een soortgelijke intercity (VIRM) als gevolg van een overwegaanrijding met een vrachtauto; links: Maarheeze, juni 2010; rechts: Wijhe 2005.

De Onderzoeksraad heeft niet onderzocht in hoeverre het redelijkerwijs mogelijk is de kans op beknelling in de cabine te beperken. Nader onderzoek naar deze problematiek is belangrijk omdat de treinenvloot van NS voor een aanzienlijk aandeel uit treinen van het type VIRM bestaat en deze treinen nog tientallen jaren op het spoor zullen rijden. Daarbij is het ook nodig de andere 'oude' treintypen uit de huidige vloot te betrekken. De Onderzoeksraad vindt dit primair een taak voor NS als eigenaar/houder en gebruiker van die treinen.

#### *Bezwijken koppelingen tussen rijtuigen intercity (3)*

Het derde zorgpunt is dat de koppelingen tussen de rijtuigen van de intercity bij de botsing bezweken. Als direct gevolg was de snelheid van de secundaire botsing in de voorste rijtuigen groter dan in de andere rijtuigen. Doordat de koppelingen bezweken, werd bovendien de kans groter dat de rijtuigen onderling zouden opklimmen/overrijden of ontsporen. Die fenomenen hebben zich bij deze botsing niet voorgedaan. De ernst van deze potentiële fenomenen is echter zo groot dat de Onderzoeksraad ervoor pleit dat ook voor dit aspect nader wordt onderzocht in hoeverre verbetering mogelijk is.

#### **4.6.3 Botsveiligheid in onderzoek, beleid en regelgeving**

Beide treinen verschillen wat betreft botsveiligheid duidelijk van elkaar. De verklaring daarvoor is dat de ene trein (sprinter) ongeveer vijftien jaar later is ontworpen en toegelaten dan de andere (intercity). In de tussenliggende periode is veel onderzoek verricht op het gebied van botsveiligheid. Nieuwe inzichten en technieken voor de constructie van de rijtuigen worden inmiddels in nieuwe treinen toegepast. Voortschrijdend inzicht heeft ertoe geleid dat de toelatingseisen voor nieuwe treinen zijn aangescherpt. De bij de botsing betrokken sprinter is zo'n nieuwe trein.

### *Beleid NS*

De intercity die bij het ongeval betrokken was, komt uit de tweede serie VIRM. Deze serie is identiek aan de eerste serie VIRM die in de periode 1994-1996 werd gebouwd. In die periode was nog geen sprake van wettelijke voorschriften voor botsveiligheid.<sup>121</sup> Bij de introductie van de tweede serie VIRM, tien jaar later, heeft NS niet onderzocht of de rytuigen voldeden aan de wettelijke voorschriften voor botsveiligheid die inmiddels van kracht waren geworden. Opvallend is dat NS later nog een derde serie van dit type heeft aangeschaft, in dezelfde periode dat de sprinter werd aangeschaft. Anders dan de sprinter heeft ook de derde serie intercity's geen ontwerp dat specifiek rekening houdt met botsveiligheid. De constructie is gelijk aan het oorspronkelijke ontwerp uit de negentiger jaren van de vorige eeuw.

Wel zijn er, naar aanleiding van eerdere botsingen waarbij een intercity betrokken was (Amsterdam 2004, Roosendaal 2004), enkele aanpassingen gedaan aan het interieur om de veiligheid van de reizigers te verbeteren. Het ging vooral om een betere bevestiging van de plafondplaten en inspectieluiken. Verder zijn er diverse aanpassingen doorgevoerd om het reizigerscomfort te verbeteren. De individuele leeslampen in de eerste klas in de laatste serie intercity's zijn hier een voorbeeld van. Zij laten door het gebruikte harde materiaal en de positie in de buurt van het hoofd van de reiziger echter ook zien dat, in het brede spectrum van afwegingen die NS maakte bij de bestelling van onderhavige treinen, botsveiligheid geen punt van afweging was.<sup>122</sup> Een ander voorbeeld is de aanpassing aan de eerdere intercity's, waar als tijdelijke oplossing een airco-unit op de stuurtafel in de cabine werd geplaatst. Het is opmerkelijk dat het voortschrijdend inzicht op het gebied van botsveiligheid van het interieur, dat al enige jaren beschikbaar is, nog niet terug te vinden is in het operationele materieel en dat NS deze inzichten niet benut. Voor NS zou dat een invulling van zijn zorgplicht zijn. In het VMS komt echter niet aan de orde hoe de gevolgen van een botsing beperkt kunnen worden en hoe het risico op letsel bij inzittenden te beheersen is.

De levensduur van spoormaterieel is relatief lang; deze bedraagt bij reizigerstreinen doorgaans ongeveer vijfendertig tot veertig jaar en soms nog langer. De geplande gebruiksperiode van de tweede en derde serie intercity's loopt door tot 2039/2041 en 2044/2045. Daarom is het belangrijk dat het beleid van de betrokken partijen erop gericht is zo goed mogelijk in te spelen op het voortschrijdend inzicht en de technische ontwikkelingen. Dit geldt zowel voor de aanschaf van treinen als voor eventuele aanpassingen. Een dergelijke opstelling/taakopvatting wordt overigens ook door de Spoorwet van de spoorbedrijven verlangd.

### *Toelating vervolgseries VIRM*

Toen de tweede en de derde serie werden aangeschaft, bestonden er wettelijke toelatingseisen op het gebied van botsveiligheid (zie bijlage 4). De Inspectie Leefomgeving en Transport hanteerde die eisen echter niet bij de toelating. De Inspectie behandelde beide nabestellingen namelijk als 'vervolgbouw' in plaats van nieuwbouw.

---

<sup>121</sup> Tussen 1998 en 2005 gold normblad RnV-M001 en vanaf 1 januari 2005 de Regeling Keuring Spoorvoertuigen (RKS).

<sup>122</sup> NS heeft aangegeven dat botsveiligheid inmiddels een duidelijker plaats heeft, bijvoorbeeld bij de ontwikkeling van het bestek voor de Sprinter Nieuwe Generatie (SNG) in 2012.

Dit impliceert dat bij de aanschaf en ingebruikname van de tweede en derde serie VIRM-rijtuigen niet is getoetst of zij voldeden aan de toen geldende eisen voor botsveiligheid. Het is de Onderzoeksraad niet duidelijk geworden wat de afwegingen waren van NS en de inspectie om de laatste vervolgsérie van de VIRM op deze wijze aan te schaffen en toe te laten.

Het voortschrijdend inzicht ten aanzien van botsveiligheid van het interieur is al enige jaren beschikbaar. Toch heeft dit nog niet geleid tot daadwerkelijke aanpassing van de toelatingseisen. Voor botsveiligheid van het interieur wordt nog altijd verwezen naar UIC-fiches uit het begin van de negentiger jaren van de vorige eeuw. De TSI<sup>123</sup> 'Locomotieven en reizigerstreinen', die in het voorjaar van 2012 is ingegaan, werkt pas door in de toelatingseisen als ook de onderliggende normen op Europees niveau zijn gerealiseerd. Onder regie van het Europese Spoorbureau (ERA) wordt hier echter nog aan gewerkt. De verwachting is dat het nog meerdere jaren kan duren voordat de beoogde invulling van de TSI daadwerkelijk zijn beslag krijgt.

De Onderzoeksraad vindt het belangrijk dat de regelgeving rondom botsveiligheid van het interieur zo snel mogelijk wordt aangescherpt. De Raad ziet hierbij een belangrijke rol weggelegd voor de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu. Verder geeft de Raad de staatssecretaris in overweging om, vooruitlopend op dat Europese traject en naar Engels voorbeeld, de beoogde aanscherping van de toelatingseisen alvast op te nemen in de nationale regelgeving.<sup>124</sup>

#### *Ten slotte*

De Onderzoeksraad verwacht van betrokken partijen dat risico's zo ver beperkt worden als redelijkerwijs mogelijk is en dat de maatregelen ter beheersing van deze risico's zijn vastgelegd in een aantoonbare en realistische veiligheidsaanpak. Dit houdt ook in dat zij hun veiligheidsaanpak continu aanscherpen op basis van proactieve (risico-)analyses en onderzoek van incidenten en (bijna) ongevallen.

De Onderzoeksraad constateert dat botsveiligheid lange tijd geen expliciet onderdeel uitmaakte van de veiligheidsaanpak die NS hanteerde. NS heeft onvoldoende inzicht in wat de kans is op letsel bij inzittenden als er een botsing plaatsvindt en beperkte zich wat betreft beheersmaatregelen tot het wettelijke minimum. In dit onderzoek komt naar voren dat het wettelijk minimum niet genoeg is. NS heeft vanuit de wettelijke zorgplicht voor veiligheid een eigen verantwoordelijkheid om de veiligheid van werknemers en treinreizigers te garanderen. Dit alles overziend is de Onderzoeksraad van mening dat het verbeteren van de botsveiligheid van de treinen de nodige aandacht verdient.

---

<sup>123</sup> Technische Specificatie voor Interoperabiliteit: Europese normen die ertoe moeten leiden dat treinverkeer door heel Europa gensoverschrijdend kan plaatsvinden.

<sup>124</sup> Standard GM/RT2100: Requirements for Rail Vehicle Structures (including interior crashworthiness).

## 4.7 Conclusies

Bij het ongeval waren een sprinter en een intercity betrokken. De botssnelheid bedroeg ongeveer 50 km/uur.<sup>125</sup> Deze snelheid lag (ruim) boven de botssnelheid (36 km/uur) die bij de referentiebotsingen voor het ontwerpen/toelaten van nieuwe reizigerstreinen is voorgeschreven. De botsing op 21 april is hiermee te typeren als een krachtige botsing. De gevolgen voor de inzittenden waren aanzienlijk: 1 dode, ten minste 24 ernstig gewonden en ten minste 165 licht gewonden.

### *De belangrijkste aandachtspunten*

Hoewel de botssnelheid hoog was, zijn beide treinen niet ontspoord. Ook zijn er geen vervormingen ontstaan die ertoe leidden dat inzittenden bekneld raakten. Desalniettemin zijn er aandachtspunten:

- De cabine van de intercity raakte dermate ernstig vervormd, dat de beide machinisten die zich daarin bevonden, bekneld zouden zijn geraakt als zij hun zitplaats niet tijdig hadden verlaten. Ook zijn er bij de intercity forse 'ongecontroleerde' vervormingen ontstaan aan de uiteinden van de rijtuigen.
- Bij de intercity bezweken de koppelingen tussen de rijtuigen. Hierdoor kwamen de rijtuigen onderling met elkaar in botsing. Dit leidde tot ongecontroleerde vervormingen aan de rijtuigen van de intercity, en had ook een verhoogd ontsporingrisico tot gevolg. Dat laatste geldt ook voor het feit dat het front van de sprinter tijdens de botsing oplom tegen het front van de intercity.

Voor beide treinen geldt dat een deel van de potentiële beheersmaatregelen niet was getroffen of niet goed kon functioneren. Het gaat zowel om maatregelen aan de constructie als aan het interieur:

- Constructie: de intercity was niet voorzien van crash-absorbers op het front, en tussen de rijtuigen evenmin. De sprinter was wel voorzien van crash-absorbers, maar een deel daarvan werkte slechts beperkt als gevolg van incompatibiliteit met de intercity. Dit gold met name voor de crash-absorbers op het front van de sprinter.
- Interieur: in beide treinen konden inzittenden bij een botsing zich over relatief grote afstand verplaatsen. Dat was vooral het geval bij de tegenover elkaar geplaatste stoelen en in het bijzonder in de open ruimten met staanplaatsen bij de sprinter. Verder had een belangrijk deel van de interieurdelen waarmee inzittenden in botsing kunnen komen botsvriendelijker uitgevoerd kunnen worden. Denk aan schokabsorberende bekleding en het vermijden van scherpe of uitstekende randen. Specifiek voor de intercity geldt dat verbetering mogelijk is aan de achterkanten van de stoelen, de vorm van de tafeltjes en de aanwezigheid van de airco op de stuurtafel. Ook bleek dat in de intercity bij een deel van de plafondluiken de vergrendeling was losgeraakt. Bij de sprinter is vooral het verhoogde letselrisico door de wijze waarop glas is toegepast in scheidingwanden en deuren een aandachtspunt.

---

<sup>125</sup> 50 km/uur plus of minus 10 km/uur: de berekende botssnelheid is een benadering van de werkelijke snelheid.

### *Waarom potentiële veiligheidsmaatregelen onbenut bleven*

Het ontwerp van de intercity stamt uit de negentiger jaren van de vorige eeuw. Sindsdien zijn zowel de inzichten als de technische mogelijkheden op het gebied van de botsveiligheid van treinen sterk ontwikkeld. De intercitytreinen die bij het ongeval waren betrokken, zijn in gebruik genomen in 2005 als nabestelling van dezelfde rijkstrijtuigen uit de negentiger jaren. Het is daarom niet verwonderlijk dat de intercity op een aantal punten niet voldeed aan de huidige inzichten, technische mogelijkheden en aangescherpte toelatingseisen. In 2008 is overigens nog een derde serie van deze intercitytreinen aangeschaft. Dit is wettelijk toegestaan, maar leidt er wel toe dat de botsveiligheid van de treinenvloot in een langzamer tempo verbetert dan mogelijk is.

Twee onderling samenhangende factoren hebben ertoe geleid dat het interieur van beide treinen niet op alle relevante punten voldeed aan de huidige inzichten rondom botsveiligheid:

- Hoewel botsveiligheid bij reizigerstreinen de afgelopen jaren internationaal uitgebreid is onderzocht, hebben de bevindingen nog niet geleid tot een aanscherping van de toelatingseisen ten aanzien van het interieur. Tot nu toe zijn alleen de toelatingseisen voor de constructie van treinen aangescherpt.
- NS vond het afdoende om op het gebied van botsveiligheid van het interieur te voldoen aan het wettelijke minimum, NS stelde zelf geen aanvullende eisen, hoewel de Spoorwegwet dat wel verlangt. Andere aspecten, zoals de behoefte aan staanplaatsen, de bestendigheid tegen vandalisme, het comfort van de reizigers en sociale veiligheid speelden een grotere rol bij het ontwerp van het interieur. Er is geen aantoonbare afweging gemaakt van de risico's die hiermee gepaard gaan bij een botsing. Het gevolg van deze opstelling was dat NS een deel van de potentiële veiligheidsmaatregelen niet (volwaardig) in overweging nam.

Op grond van alle bevindingen komt de Raad tot de volgende conclusies:

1. **NS beperkte zich ten aanzien van de botsveiligheid van de treinen tot wat de wet daarover voorschrijft als concrete, technische minimumeisen. Hiermee gaf NS geen verdere invulling aan zijn wettelijke zorgplicht**

Deze opstelling van NS had de volgende consequenties voor het interieur en de constructie van beide treinen:

- Bij de aanschaf van treinen was de botsveiligheid van het interieur geen punt van overweging.
- Bij de aanschaf van vervolgseries van de intercitytreinen werd niet onderzocht in hoeverre het voortschrijdend inzicht rondom botsveiligheid aanleiding vormde om de constructie, bijvoorbeeld van de cabine, aan te passen.
- Bij de aanschaf van nieuwe treinen werd geen onderzoek gedaan naar eventuele incompatibiliteit van de botsveiligheidsmaatregelen aan de constructie met de bestaande vloot. Uit de botsing op 21 april bleek dat een deel van de getroffen maatregelen aan het front van de sprinter slechts beperkt effect heeft gehad vanwege incompatibiliteit met het intercityfront.

2. **De minister van Infrastructuur en Milieu heeft het voortschrijdend inzicht met betrekking tot de botsveiligheid van het interieur niet verwerkt in de toelatingseisen van reizigerstreinen.**

In EU-verband is in 2010 een onderzoeksproject naar de botsveiligheid van het interieur van treinen voltooid. De resultaten van het onderzoek zijn nog niet ingebed in Europese regelgeving of richtlijnen. In tegenstelling tot de normen in het Verenigd Koninkrijk, die wel eisen aan het interieur stellen, anticiperen Nederlandse normen niet op de resultaten van dit onderzoek.

3. **De Inspectie Leefomgeving en Transport heeft NS niet aangesproken op zijn wettelijke zorgplicht voor de botsveiligheid van de treinen.**

Volgens de Spoorwegwet rust op NS een zorgplicht voor de veiligheid van zijn bedrijfsactiviteiten. Deze zorgplicht houdt in dat NS moet zorgen voor een afdoende beheersing van alle relevante veiligheidsrisico's. NS moet daarbij zelf bepalen welke maatregelen daartoe nodig zijn – naast wat wettelijk verplicht is. Zoals eerder aangegeven voldeed NS hier niet aan op het gebied van de botsveiligheid van zijn treinen. De Inspectie Leefomgeving en Transport, in haar rol als toezichthouder op de naleving van de Spoorwegwet, heeft NS hier niet op aangesproken.

### 5.1 Waardoor ontstond de botsing?

Bij de botsing in Amsterdam Westerpark op 21 april 2012 vielen minimaal 190 gewonden. Eén van hen overleed op de dag na het ongeval.

De botsing kon plaatsvinden omdat de machinist van de sprinter door een rood sein reed. De machinist was afgeleid en dacht dat het sein geel was in plaats van rood. Het handelen van de machinist is echter niet de enige verklaring voor de botsing. Juist omdat een vergissing menselijk is, zijn ook andere maatregelen nodig: maatregelen die voorkomen dat er rode seinen optreden, maatregelen die ervoor zorgen dat een vergissing van de machinist wordt opgemerkt voordat er een botsing volgt en maatregelen die ervoor zorgen dat het letsel beperkt blijft als het toch tot een botsing komt. Dergelijke maatregelen waren of niet aanwezig, of niet effectief:

- De dienstregeling voor die dag was krap gepland, waardoor de hele dag veel rode seinen nodig waren. Een goederentrein reed afwijkend van de dienstregeling, zonder dat ProRail naging of dit verderop tot problemen zou leiden. Door deze twee omstandigheden moest de sprinter voor een rood sein wachten.
- De machinist had zich vergist in de waarneming van het rode sein en dacht daarom niet meer te hoeven stoppen. De machinist merkte dit zelf niet op, mogelijk doordat het rode sein in een bocht stond en omdat de machinist was afgeleid. Ook kreeg de machinist, nadat hij zich vergist had, geen waarschuwing dat er een rood sein zou volgen, of dat hij een rood sein gepasseerd was.
- De trein werd niet automatisch tot stilstand gebracht. Het rode sein was niet voorzien van ATB-VV.
- Er waren geen maatregelen die (automatisch of via de verkeersleiding) de overige treinen in de omgeving waarschuwden dat er een trein door rood was gereden.

De situatie in Amsterdam Westerpark was niet uniek. De omstandigheden die zich hier voordeden, komen vaker voor op het spoor. Ook op andere dagen van het jaar en op andere plaatsen wordt de dienstregeling aangepast vanwege werkzaamheden. De maatregelen die ontbraken, zijn ook elders op het spoor niet aanwezig. De wijze waarop de verschillende partijen hun werk uitoefenden, was niet anders dan anders.

### 5.2 Waardoor ontstond letsel?

Maatregelen die zijn bedoeld om letsel te voorkomen, hebben niet of maar gedeeltelijk gewerkt, of ontbraken in het geheel. Zo was de machinistencabine van de intercity sterk vervormd, waardoor de overlevingsruimte voor de machinist werd verkleind. De machinist en zijn bijrijder waren van hun stoel gevluht, maar raakten desondanks gewond.



De cabine van de sprinter bleef weliswaar grotendeels intact, maar van de overige voorzieningen in de trein die bedoeld waren om de klap van de botsing op te vangen, werkte maar een deel zoals bedoeld.

De machinisten, conducteurs en passagiers liepen hun verwondingen hoofdzakelijk op doordat zij bij de botsing tegen interieurdelen botsten, zoals tafeltjes en glazen panelen, of tegen medepassagiers.

Uit het onderzoek blijkt dat NS zich bij de aanschaf of modificatie van treinen wel hield aan de wettelijke minimumeisen, maar zelf geen onderzoek deed of liet doen naar aanvullende maatregelen die de trein veiliger kunnen maken als het tot een botsing komt.

### **5.3 Hoofdconclusies**

De centrale vraag van dit onderzoek richtte zich op de effectiviteit van de genomen maatregelen en hoe over deze en andere maatregelen is nagedacht:

*Hoe beheersten de betrokken partijen de kans op een botsing als gevolg van een roodseinpassage en hoe zorgden zij ervoor dat het letselrisico onder reizigers en personeel bij een eventuele botsing zo veel mogelijk wordt beperkt?*

Het is aan de spoorbedrijven om alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs genomen kunnen worden om ongevallen te voorkomen en de gevolgen daarvan te beperken. Dat is niet alleen de visie van de Onderzoeksraad, maar ook wettelijk voorgeschreven (de zogenoemde zorgplicht). De spoorpartijen moeten zelf nagaan welke risico's hun bedrijfsvoering kent en hoe zij die het beste kunnen beheersen.

De Onderzoeksraad vindt dat de spoorpartijen, als onderdeel van de invulling van hun wettelijke zorgplicht, iedere denkbare veiligheidsmaatregel moeten treffen tenzij de partijen aantonen dat de nadelen groter zijn dan de veiligheidswinst. De Onderzoeksraad is in dit onderzoek nagegaan of de spoorpartijen op een dergelijke manier hun maatregelen nemen om risico's te beheersen.

### **Conclusies over de beheersing van de kans op een botsing**

**1. NS borgt niet dat een machinist na het passeren van een geel sein de aandacht volledig richt op het rode sein dat daarna volgt. Hiernaast ontbreekt een technisch hulpmiddel dat een machinist attendeert op de nadering van een rood sein, of waarschuwt als een rood sein gepasseerd is.**

- De betreffende machinist was ervaren en had een goede staat van dienst.
- Stoppen voor een rood sein is voor een machinist een kritieke gebeurtenis: één fout kan ernstige gevolgen hebben. Alles moet er daarom op gericht zijn dat de aandacht van de machinist bij het rode sein blijft.

- NS heeft regels over het gebruik van communicatiemiddelen door de machinist tijdens de rit. Deze regels schrijven voor dat een machinist die een rood sein nadert, alleen bij acuut gevaar mag bellen. Of een gedoofd sluitsein bij daglicht een vorm van acuut gevaar is, laat NS over aan het vakmanschap van een machinist.
- NS biedt machinisten na het passeren van het gele sein geen ondersteuning die hen, bij de nadering van het rode sein, attendeert op dreigend gevaar. Dergelijke ondersteuning was er vroeger wel, maar was slechts in beperkte mate effectief. In plaats van de ondersteuning te verbeteren, is deze vanaf 1994 afgeschaft. Sindsdien is wel gesproken over het invoeren van een meer effectief hulpmiddel, maar dit is nog niet gerealiseerd.
- Het spoorstelsel is momenteel op veel plaatsen nog zo ingericht dat, na passeren van een geel sein, één enkele vergissing van een machinist kan leiden tot een roodseinpassage, met een botsing als mogelijk gevolg.

**2. NS had vanwege werkzaamheden de planning aangepast. Die planning was strijdig met zowel de planningnormen van ProRail als de planningnormen van NS. De planning was daardoor op de dag van het ongeval onnodig kwetsbaar voor verstoringen en leidde in de praktijk tot rode seinen.**

- NS plant zijn treinen zelf en moet zich daarbij houden aan de planningnormen die ProRail voorschrijft. NS hanteert daarnaast ook eigen planningnormen, die voor sommige situaties krasser zijn dan die van ProRail.
- De plansystemen geven beperkt inzicht in het spoorgebruik en de situatiespecifieke (on)mogelijkheden. Het is daardoor voor planners moeilijk om in te schatten of een planning kwetsbaar is voor verstoringen.
- De planners meenden dat de geplande situatie aan de norm voldeed, maar hebben hierbij een situatiespecifieke norm toegepast in een situatie waar die norm eigenlijk niet voor bedoeld was.
- Het aanpassen van de dienstregeling bij werkzaamheden is niet beschreven in het veiligheidsmanagementsysteem van NS. Er vindt bij aanpassingen door werkzaamheden geen risicoanalyse plaats en er zijn dan geen beheersmaatregelen voorgeschreven om de planning zo veilig mogelijk te maken (bijvoorbeeld om afhankelijkheden tussen treinen zo veel mogelijk te vermijden).

**3. ProRail geeft, als eindverantwoordelijke voor de planning, wel goedkeuring aan de dienstregeling voor het gehele jaar, maar toetst niet de van dag tot dag noodzakelijke afwijkingen die vervoerders daarop doorvoeren. Het planningssysteem maakt niet inzichtelijk gedurende welke tijdsduur een bepaald stuk spoor precies is gereserveerd voor een trein.**

- In het veiligheidsmanagementsysteem van ProRail is niet beschreven welke risico's kunnen ontstaan als vervoerders de dienstregeling aanpassen. Bij zo'n aanpassing vindt geen risicoanalyse plaats en er zijn geen beheersmaatregelen voorgeschreven om de planning zo veilig mogelijk te maken (bijvoorbeeld om afhankelijkheden tussen treinen zo veel mogelijk te vermijden).

- Uit een vergelijking met Duitsland en Zwitserland blijkt dat het planningssysteem in Nederland niet volgens actuele technieken berekent wanneer een spoordeelte voor een trein gereserveerd moet worden en wanneer de trein dit weer vrijgeeft. Daardoor maakt het Nederlandse systeem niet goed inzichtelijk of er conflicten in de dienstregeling zijn.

**4. ProRail kent, als verantwoordelijke voor de verkeersleiding, weinig prioriteit toe aan het conflictvrij houden van de treinenloop tot aan het moment van uitvoering.**

- De prioriteit om de treinenloop tot aan het moment van uitvoering conflictvrij te houden, hangt nu af van de individuele treindienstleider of verkeersleider en zijn werkdruk.
- Er vindt weinig afstemming of samenwerking plaats tussen de verschillende treindienstleidersgebieden. Dit leidt tot conflicten. Als in het ene treindienstleidersgebied een trein van de dienstregeling afwijkt, kijkt ProRail niet structureel of dit nadelige gevolgen heeft voor het treinverkeer in de treindienstleidersgebieden waar de trein later nog doorheen zal rijden.
- Conflicten worden niet gesignaleerd door de systemen waarmee de treindienstleiders en verkeersleiders moeten werken. Een functionaliteit die conflicten kan signaleren, was bij invoering van het huidige systeem wel beoogd en is rond 1999 beproefd, maar nooit ingevoerd.
- De Automatische Rijweginstelling kan leiden tot conflicten, doordat deze in sommige situaties rijwegen instelt die niet met de planning overeenkomen.

**5. ProRail borgt niet dat beschikbare mogelijkheden worden toegepast die het door rood rijden kunnen voorkomen of de gevolgen daarvan kunnen beperken.**

- ProRail had het rode sein niet voorzien van ATB-VV. De sprinter, die wel over dit systeem beschikte, werd daardoor niet automatisch tot stilstand gebracht.
- Een treindienstleider heeft geen adequate hulpmiddelen om op te merken dat een trein door rood is gereden. Tot 1997 bestond er de functionaliteit 'Trein door rood'. Deze functionaliteit is afgeschaft omdat deze vaak ten onrechte een ongewenste ingreep of melding veroorzaakte. De Onderzoeksraad en zijn voorgangers hebben sinds 2001 herhaaldelijk aangedrongen op herinvoering van een verbeterde functionaliteit, maar die is er nog steeds niet gekomen.
- Het laatste sein voor de intercity bleef na de roodseinpassage door de sprinter op groen staan. Er zijn verschillende manieren denkbaar om bij een roodseinpassage de desbetreffende seinen direct op rood te zetten. Ook op deze maatregel hebben de Onderzoeksraad en zijn voorgangers sinds 2001 herhaaldelijk aangedrongen. Een onderbouwde afweging of en hoe deze maatregel uitgevoerd moet worden, ontbreekt.

6. **Spoorbedrijven zijn wettelijk verplicht zelf te bepalen wat passende maatregelen zijn om hun veiligheidsrisico's te beheersen. Zij doen dit niet altijd op een manier die toetsing door derden mogelijk maakt. Het toezicht hierop door de overheid is hier in de praktijk niet op gericht.**
- De spoorwegwetgeving verlangt dat de spoorpartijen, als onderdeel van de invulling van hun wettelijke zorgplicht, iedere denkbare veiligheidsmaatregel nemen tenzij de partijen aantonen dat de nadelen groter zijn dan de veiligheids-winst.
  - Uit het onderzoek van de Onderzoeksraad blijkt dat de spoorpartijen niet al het redelijkerwijs haalbare doen om ongevallen zoals Amsterdam Westerpark te vermijden, of althans niet kunnen aantonen waarom bepaalde maatregelen niet zijn genomen.
  - Het toezicht van de inspectie is er niet op gericht om te toetsen of partijen afwegen welke maatregelen redelijkerwijs mogelijk zijn. De inspectie meent bovendien niet over middelen te beschikken om handhavend op te treden als de spoorpartijen hun zorgplicht onvoldoende invullen.

### **Conclusies over de beheersing van het letselrisico (de botsveiligheid)**

7. **NS beperkte zich ten aanzien van de botsveiligheid van de treinen tot wat de wet daarover voorschrijft als concrete, technische minimumeisen. Hiermee gaf NS geen verdere invulling aan zijn wettelijke zorgplicht.**

Deze opstelling van NS had de volgende consequenties voor het interieur en de constructie van beide treinen:

- Bij de aanschaf van de treinen was de botsveiligheid van het interieur geen punt van overweging.
  - Bij de aanschaf van vervolgseries van de intercitytreinen werd niet onderzocht in hoeverre het voortschrijdend inzicht rondom botsveiligheid aanleiding vormde om de constructie, bijvoorbeeld van de cabine, aan te passen.
  - Bij de aanschaf van nieuwe treinen werd geen onderzoek gedaan naar eventuele incompatibiliteit van de botsveiligheidsmaatregelen aan de constructie met de bestaande vloot. Uit de botsing op 21 april bleek dat een deel van de getroffen maatregelen aan het front van de sprinter slechts beperkt effect heeft gehad vanwege incompatibiliteit met het intercityfront.
8. **De minister van Infrastructuur en Milieu heeft het voortschrijdend inzicht met betrekking tot de botsveiligheid van het interieur niet verwerkt in de toelatingseisen van reizigerstreinen.**

In EU-verband is in 2010 een onderzoeksproject naar de botsveiligheid van het interieur van treinen voltooid. De resultaten van het onderzoek zijn nog niet ingebed in Europese regelgeving of richtlijnen. In tegenstelling tot de normen in het Verenigd Koninkrijk, die wel eisen aan het interieur stellen, anticiperen Nederlandse normen niet op de resultaten van dit onderzoek.

**9. De Inspectie Leefomgeving en Transport heeft NS niet aangesproken op zijn wettelijke zorgplicht voor de botsveiligheid van de treinen.**

Volgens de Spoorwegwet rust op NS een zorgplicht voor de veiligheid van zijn bedrijfsactiviteiten. Deze zorgplicht houdt in dat NS moet zorgen voor een afdoende beheersing van alle relevante veiligheidsrisico's. NS moet daarbij zelf bepalen welke maatregelen daartoe nodig zijn – naast wat wettelijk verplicht is. NS voldeed hier niet aan op het gebied van de botsveiligheid van zijn treinen. De Inspectie Leefomgeving en Transport, in haar rol als toezichthouder op de naleving van de Spoorwegwet, heeft NS hier niet op aangesproken.

De Raad komt tot de volgende aanbevelingen.

### **Tegengaan dat treinen gele en rode seinen naderen**

1. **NS:** zorg voor een conflictvrije planning, waarbij consequent voldoen aan de plannormen van ProRail als een minimaal vereiste geldt. Voer tevens structureel risicoanalyses uit om te komen tot maatregelen die – verdergaand dan wat de plannormen voorschrijven – zorgen voor de veiligst mogelijke planning.
2. **ProRail:** houd het treinverkeer conflictvrij in zowel planning als uitvoering. Het structureel toetsen of een door vervoerders aangeleverde planning voldoet aan de plannormen maakt daar onderdeel van uit, evenals het op betrouwbare wijze signaleren en oplossen van conflicten die zich tijdens de uitvoering voordoen.
3. **Minister en staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu:** stuur op continue afname van het aantal conflicten tijdens de feitelijke uitvoering van de dienstregeling.

### **Tegengaan dat treinen door rood rijden**

4. **NS:** voorkom dat machinisten zonder dit op te merken een rood sein passeren, door:
  - a. een systeem in te voeren dat direct waarschuwt bij het naderen en passeren van een rood sein;
  - b. concretere procedures te hanteren voor het gedrag van een machinist na het passeren van een geel sein.

### **Tegengaan dat treinen botsen na een roodseinpassage**

5. **ProRail:** zorg voor maatregelen die:
  - a. treindienstleiders waarschuwen als een trein door rood rijdt;
  - b. seinen voor tegemoetkomende of inhalende treinen direct op rood zetten als een trein door rood is gereden.

## Tegengaan van letsel bij een botsing

6. **NS:** neem botsveiligheid van het materieel zodanig op in het veiligheidsmanagementsysteem, dat dit standaard bij de afwegingen rond aanschaf en modificatie van treinen wordt meegewogen en dat redelijkerwijs haalbare veiligheidsverbeteringen worden ingevoerd.
7. **Minister en staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu:**
  - a. verwerk de inmiddels beschikbare kennis op het gebied van botsveiligheid ten aanzien van interieur in de toelatingseisen van reizigerstreinen.
  - b. bespoedig tevens verdere invoering van Europese regelgeving op dit gebied.
  - c. zorg ervoor dat ook nabestelde treinen voldoen aan de op dat moment geldende eisen voor nieuw gebouwde treinen.
8. **Bombardier / Siemens:** doe aanvullend onderzoek (zowel ten aanzien van de constructie als ten aanzien van het interieur) waarin lessen uit dit ongeval worden verwerkt in toekomstige ontwerpen.

Bestuursorganen aan wie een aanbeveling is gericht dienen een standpunt ten aanzien van de opvolging van deze aanbeveling binnen een half jaar na verschijning van deze rapportage aan de betrokken minister kenbaar te maken. Niet-bestuursorganen of personen aan wie een aanbeveling is gericht dienen hun standpunt ten aanzien van de opvolging van de aanbeveling binnen een jaar kenbaar te maken aan de betrokken minister. Een afschrift van deze reactie dient gelijktijdig aan de voorzitter van de Onderzoeksraad voor Veiligheid en de minister van Veiligheid en Justitie verstuurd te worden.



# BIJLAGE 1: ONDERZOEKS- VERANTWOORDING

---

## **Aanleiding onderzoek**

Op zaterdagavond 21 april 2012 om 18.22 uur botsten twee passagierstreinen frontaal op elkaar. Dit gebeurde in het centrum van Amsterdam ter hoogte van het Westerpark tussen de stations Amsterdam Centraal en Amsterdam Sloterdijk. Het betrof de volgende twee treinen:

- Een sprinter, type SLT, bestaande uit zes rytuigen, die reed van Rotterdam Centraal via Breukelen en Amsterdam Centraal naar Uitgeest.
- Een intercity, type VIRM, bestaand uit zes dubbeldeksrytuigen, die reed van Den Helder naar Nijmegen.

De plaats van de botsing staat ook wel bekend als de Singelgracht Aansluiting.

Er was sprake van een zeer ernstig ongeval, met één dode, 24 zwaargewonden en 165 lichtgewonden tot gevolg. Op grond hiervan viel het voorval voor de Onderzoeksraad onder de wettelijke onderzoeksverplichting. Daarnaast heeft het ongeval grote maatschappelijk onrust veroorzaakt.

## **Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid**

De Onderzoeksraad heeft als taak de oorzaken van (bijna-)ongevallen te achterhalen, met als doel de kans op herhaling van dergelijke voorvallen te verkleinen of de gevolgen daarvan te beperken. De Onderzoeksraad richt zich nadrukkelijk niet op de schuldvraag, zoals dit bij strafrechtelijk onderzoek gebeurt. Voor de Raad is uiteindelijk de belangrijkste vraag: “Welke lessen zijn er te trekken uit wat er is gebeurd?”

Dit onderzoek heeft, naast het bepalen van de directe oorzaak van de treinbotsing, tot doel om vast te stellen hoe de betrokken partijen de kans op een botsing als gevolg van een roodseinpassage beheersen (deelonderzoek 1). Daarnaast is onderzocht wat er gedaan wordt om letsel onder reizigers en personeel zo veel mogelijk te beperken, als er toch een botsing plaatsvindt (deelonderzoek 2).

### *Analysemethoden*

Voor de analyse is gebruikgemaakt van verschillende onderzoeksinstrumenten. Er zijn zowel kwalitatieve als kwantitatieve analysemethoden gehanteerd, waaronder tijdlijn-analyse en TRIPOD Beta, een methode voor het analyseren van incidenten. Deze methode biedt een systematiek om voor iedere ongewenste gebeurtenis na te gaan waarom die niet voorkomen is, welke omstandigheden daarbij een rol hebben gespeeld en welke factoren die omstandigheden verklaren.

Daarnaast zijn onder andere botssimulatieberekeningen uitgevoerd, is literatuur bestudeerd en hebben interviews en heeft een rondetafelgesprek plaatsgevonden. De literatuurstudie bestond uit het bestuderen en analyseren van openbare informatie, zoals (inter)nationale wet- en regelgeving, normen, kaders en richtlijnen. Daarnaast is gebruikgemaakt van diverse openbare en vertrouwelijke documenten van de bij het onderzoek betrokken partijen.

## Onderzoeksanpak deelonderzoek 1: toedracht van het ongeval

### *Eerder onderzoek door de Raad*

Al snel in het onderzoek bleek dat de botsing bij Amsterdam Westerpark het gevolg was van een roodlichtpassage.<sup>126</sup> De meest recente door de Onderzoeksraad onderzochte treinbotsing als gevolg van door rood rijden was de treinbotsing bij Barendrecht in 2009. In dat onderzoek is de volgende aanpak gehanteerd:

1. Tegengaan van rode seinen:  
als een trein onderweg geen rood sein tegenkomt, hoeft hij er ook niet voor te stoppen.
2. Tegengaan van roodseinpassages:  
als een machinist onderweg toch een rood sein tegenkomt, zijn er maatregelen denkbaar om passage van het rode sein tegen te gaan.
3. Tegengaan van een botsing na een roodseinpassage:  
er zijn meerdere mogelijkheden om tegen te gaan dat het na het passeren van een rood sein daadwerkelijk tot een botsing komt.

### *Aanpak beheersen kans op een botsing*

De Onderzoeksraad is in dit onderzoek nagegaan hoe partijen dergelijke botsingen proberen te voorkomen. Hoe kon het gebeuren dat de verschillende ongewenste gebeurtenissen hebben geleid tot deze botsing? Welke barrières hebben gefaald of waren niet aanwezig, die het voorval hadden kunnen voorkomen? En waarom faalden of ontbraken deze barrières?

- a. Tegengaan van rode seinen
  - *Voorkomen van conflicten in de planning*
  - *Voorkomen van conflicten in de uitvoering/bijsturing*
- b. Tegengaan van roodseinpassages
  - *Voorkomen dat een machinist onwel wordt*
  - *Toepassing van automatische treinbeïnvloeding*
  - *Plaatsing/zichtbaarheid van de seinen*
  - *Voorkomen dat een machinist afgeleid is/raakt*

---

<sup>126</sup> Enkele andere denkbare oorzaken konden worden uitgesloten; zie hiertoe bijlage 6.

c. Tegengaan van een botsing na een roodseinpassage

- *Tegensein automatisch op rood*
- *Ingreep door treindienstleider*

In het rapport Barendrecht kwamen alle bovenstaande punten aan de orde. De boodschap van dat rapport was sterk gericht op het ATB-systeem en de historie hiervan. Het onderzoek Amsterdam Westerpark is vooral gericht op de *cursief gedrukte* barrières. Ook is onderzocht of de aanbevelingen uit het eerdere onderzoek zijn opgevolgd.

*Focus, onderzoeksgebieden en onderzoeksvragen*

De focus van het deelonderzoek is gericht op:

1. de planning van de aangepaste dienstregeling en met name het omgaan met dreigende conflicten (capaciteitstoedeling);
2. de uitvoering/bijsturing van de dienstregeling door de verkeersleiding en de manier van ondersteuning daarbij door het treindienstleidingsysteem (verstrekken rijwegen);
3. plaatsing/zichtbaarheid van de seinen (ontwerp);
4. afleiding/alertheid van de machinist (menselijk handelen).

Voor dit deelonderzoek is de volgende centrale vraag vastgesteld: *Hoe beheersten de betrokken partijen de kans op een botsing als gevolg van een roodseinpassage?* Deze centrale vraag heeft geleid tot de volgende onderzoeksgebieden en onderzoeksvragen:

*Toedracht botsing Amsterdam Westerpark*

- Wat is er precies gebeurd in de periode van tien minuten voorafgaand aan de botsing tot kort na de botsing?
- Welke ongewenste gebeurtenissen gingen daaraan vooraf?

*Verdiepend onderzoek toedracht*

- Hoe kon het gebeuren dat de planning een rood sein bevatte?
- Hoe kon het gebeuren dat vertragingen tot een conflict leidden?
- Hoe kon het gebeuren dat de machinist niet voor een rood sein stopte?
- Hoe kon het gebeuren dat de machinist niet opmerkte dat hij voorbij een rood sein reed?
- Hoe kon het gebeuren dat de trein niet automatisch voor het rode sein stopte?
- Hoe kon het gebeuren dat de treindienstleider niet ingreep in de dertig seconden tussen de roodseinpassage en de botsing?

*Verbredend onderzoek toedracht*

- Hoe beheersten ProRail en NS het botsingsrisico in hun planningsproces?
- Hoe beheersten ProRail en NS het botsingsrisico in hun uitvoeringsproces?
- Welke niet-opgevolgde aanbevelingen uit het onderzoek Barendrecht speelden bij dit ongeval een rol?

## Onderzoeksaanpak deelonderzoek 2: botsveiligheid

### *Inventarisatie letsel*

Voor het onderzoek naar het letsel van de inzittenden (passagiers en personeel) is algemene informatie verzameld over de aard en ernst van het letsel. Ook is informatie verzameld over de omstandigheden waaronder het letsel volgens betrokkenen ontstond.

Om inzicht te krijgen in de belangrijkste mechanismen die leiden tot verschillende letsels, zijn de beschreven kenmerken van de treinen en het letsel op hoofdlijnen aan elkaar gerelateerd. In de meeste gevallen was het niet mogelijk de locatie van de betrokkenen precies te achterhalen. Daarom is primair uitgegaan van de belangrijkste typen zit- of staanplaatsen die in beide treinen aanwezig waren. Daarnaast is uitgegaan van achtergrondinformatie uit literatuur over botsveiligheid van treinen, waaronder de Europese onderzoeksprojecten Safetrain<sup>127</sup> en Safe Interiors<sup>128</sup>.

De beschrijvingen van het letsel, informatie over mogelijke oorzaken en de locatie van de inzittenden ten tijde van de botsing zijn daarnaast geanonimiseerd opgenomen in een database. In deze database staat informatie over verschillende facetten van de botsing (informatie over botsdynamica, schade aan constructie en interieur van beide treinen en het letsel).

De volgende stappen zijn genomen om de informatie over het letsel en het ontstaan ervan te vergaren en analyseren.

### *Stap 1: vaststellen aantal inzittenden en aantal slachtoffers*

#### *Aantal inzittenden*

De Onderzoeksraad heeft het aantal inzittenden voor beide treinen ingeschat op 425 personen (3 machinisten, 2 hoofdconducteurs en 420 passagiers). Deze inschatting is gemaakt op basis van de registraties door NS en het KLPD op de dag van het ongeval. Het geschatte aantal wijkt af van het werkelijke aantal inzittenden omdat niet alle reizigers zijn geregistreerd en een aantal reizigers geen toestemming gaf hun gegevens door te geven aan andere organisaties die zich bezig hielden met het onderzoek naar het ongeval, waaronder de Onderzoeksraad.

Op basis van de gegevens van NS en het KLPD heeft de Onderzoeksraad 416 personen aangeschreven. Van 245 personen heeft de Onderzoeksraad informatie ontvangen. Van deze 245 personen gaven 119 aan met de sprinter te reizen, 125 personen reisden met de intercity en van één persoon is niet bekend in welke trein hij zat. Dit betekent dan ook dat de werkelijke bezetting van beide treinen hoger was.

---

<sup>127</sup> Safetrain, 1997-2001. Train crashworthiness for Europe railway vehicle design and occupant protection (BRPR 970457).

<sup>128</sup> Safe Interiors, 2010. Train Interior Passive Safety for Europe – Publishable Final Activity Report. Specific Target Research Project (STREP). FP6-031-260.

In de sprinter waren in de cabine één machinist en in de trein één conducteur aanwezig. De Onderzoeksraad gaat uit van minimaal 121 inzittenden in de sprinter. In de cabine van de intercity waren een machinist en een rijder (mentor) aanwezig. In de trein was één conducteur werkzaam. Dit brengt het minimale aantal inzittenden in de intercity op 128.

### Aantal slachtoffers

Het exacte aantal gewonden is niet vast te stellen omdat niet het exacte aantal inzittenden bekend is en daarvan is niet van allen bekend of zij verwond zijn geraakt. De Onderzoeksraad hanteert in het onderzoek als aantal slachtoffers het aantal inzittenden dat opgaf gewond te zijn geraakt als gevolg van de treinbotsing. Van de 420 inzittenden van wie de Onderzoeksraad over informatie beschikte, is bekend dat 186 personen letsel opgelopen hebben. Eén van deze personen is overleden. Vier personeelsleden van NS liepen verwondingen op, waarvan drie machinisten en één conducteur<sup>129</sup>. Het totale aantal bij de Onderzoeksraad bekende verwonde personen, komt daarmee op 190. Het werkelijke aantal gewonden ligt waarschijnlijk hoger. Onderstaande tabel geeft een overzicht van een verdeling van de gewonden over de beide treinen.

	Totaal	Geen	Licht	Ernstig	Overleden	Geen	Licht	Ernstig	Overleden
Machinisten	3	0	1	1	0	0	1	0	0
Passagiers	247 <sup>130</sup>	35	82	8	1	25	81	14	0
<b>Totaal</b>	<b>250<sup>131</sup></b>	<b>35</b>	<b>83</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>82</b>	<b>14</b>	<b>0</b>

Tabel 1: Aantallen gewonden in beide treinen (voor zover bekend bij de Onderzoeksraad).

Voor de classificatie van het gerapporteerde letsel naar licht en ernstig letsel is gebruik gemaakt van voor onderzoek naar letsels bij transportongevallen gangbare letselschalen.<sup>132</sup> Onder het lichte letsel vallen verwondingen die snel genezen en het leven van betrokkenen niet of beperkt beïnvloeden, zoals blauwe plekken, bloedneuzen of schaafwonden.<sup>133</sup> Onder het ernstige letsel vallen verwondingen die een behandeling vereisen, zoals breuken en inwendige bloedingen.<sup>134</sup>

Parallel aan het onderzoek van de Onderzoeksraad zijn onderzoeken uitgevoerd door de Inspectie Veiligheid en Justitie in gezamenlijkheid met de Inspectie voor de Gezondheidszorg en door NS samen met ProRail. Ook in deze onderzoeken zijn gewonden in kaart gebracht.

<sup>129</sup> Deze conducteur bevond zich in het reiziger gedeelte van de trein en is in alle tabellen opgenomen onder passagiers.

<sup>130</sup> Van één ernstig gewonde is de trein waarmee gereisd werd niet bekend.

<sup>131</sup> Van één ernstig gewonde is de trein waarmee gereisd werd niet bekend.

<sup>132</sup> Bijlage 7 bevat een toelichting op de voor dit onderzoek gebruikte uit de traumatologie internationaal gangbare letselschalen, te weten de Abbreviated Injury Scale (AIS) en de Injury Severity Score (ISS).

<sup>133</sup> In de letselschalen: AIS 1 en ISS 1-3.

<sup>134</sup> In de letselschalen: AIS ≥ 2 en ISS ≥ 4.

Hierbij is gebruik gemaakt van letselschalen passend bij het doel van de onderzoeken (verloop van de hulpverlening, respectievelijk schadeloosstelling). Daarnaast is de informatie over het letsel op andere momenten in de tijd verzameld en verschilden de gebruikte registraties van betrokkenen. Hierdoor zijn de genoemde aantallen niet te vergelijken met de resultaten van het onderzoek van de Onderzoeksraad.

De Inspectie Veiligheid en Justitie en de Inspectie voor de Gezondheidszorg hebben in hun onderzoek een overzicht opgenomen van aantal behandelde en opgenomen patiënten per ziekenhuis. Op 21 april zijn 117 personen behandeld in een ziekenhuis. Achttien van hen werden voor behandeling opgenomen.

Bij de NS hebben zich meer dan 300 personen gemeld die nadeel ondervonden van de botsing. Een groot deel van hen gaf aan letsel te hebben opgelopen en NS heeft die groep ook in letselcategorieën onderverdeeld. Dat onderzoek was echter op andere informatie gebaseerd en bovendien werden andere categorieën en criteria<sup>135</sup> gehanteerd. Daardoor zijn de resultaten niet vergelijkbaar.

*Stap 2: ontsluiten bronnen met informatie over het letsel bij inzittenden van beide treinen*  
De letselinformatie is gebaseerd op vier bronnen:

- Interviews (7) met personeelsleden van NS die in de treinen aanwezig waren. Het betrof zowel de vijf personeelsleden die op het moment van de botsing dienst hadden als de twee personeelsleden die als passagier meereisden. De interviews vonden plaats op de dag na het voorval. Naast vragen over het verloop van het voorval, zijn vragen gesteld over het opgelopen letsel.
- Processen-verbaal/verslagen van gesprekken met inzittenden ter plaatse gevoerd door de politie met beschrijvingen van het verloop van het ongeval en het door inzittenden opgelopen letsel opgemaakt door de politie ter plaatse.
- Het autopsierapport van de overleden passagier, aangevuld met mondelinge informatie van passagiers die zich in de directe omgeving van het slachtoffer bevonden en van hulpverleners.
- Vragenlijsten verzonden door de Onderzoeksraad voor Veiligheid. De vragenlijst is verzonden aan alle bij NS en KLPD bekende inzittenden. De vragenlijst is niet verzonden aan het door de Onderzoeksraad geïnterviewde personeel van NS en de nabestaanden van de overleden passagier.

De vragenlijsten bevatten vragen over:

- Persoonlijke gegevens (geslacht, leeftijd, lengte, gewicht)
- Plaats in de trein voor het ongeluk (welke trein, waar in trein en rijtuig, staand of zittend)
  - Vragen over staanplaats: locatie, houvast
  - Vragen over zitplaats: type zitplaats, positionering ten opzichte van de rijrichting, bezetting

---

<sup>135</sup> De door NS gehanteerde categorieën zijn: Categorie 1: licht letsel met genezing binnen enkele weken tot maximaal 2 maanden; categorie 2: middel letsel met genezing na 2 maanden tot een jaar en tijdelijke arbeidsongeschiktheid; categorie 3; zwaar letsel zonder genezing of pas na langere tijd, blijvende invaliditeit en langdurige arbeidsongeschiktheid.

- Verwondingen (aparte, losse vragenlijst)
  - Bezigheden vlak voor het ongeluk
  - Fysieke toestand direct na het ongeluk (bewustzijn, pijn, verwondingen)
  - Beschrijving van verwondingen (benoem lichaamsdeel en kant)
  - Beschrijving hoe gewond geraakt
  - Waardoor gewond geraakt (gevallen, gestoten, geraakt door bagage)
  - Waarnaartoe gegaan na het ongeluk (ziekenhuis, EHBO, huisarts, huis)

De vragenlijst is gebaseerd op een vragenlijst ontwikkeld door de Britse Rail Accident Investigation Branch (RAIB) en de vragenlijsten die de Onderzoeksraad heeft gehanteerd in het onderzoek naar de gevolgen voor de passagiers bij twee luchtvaartincidenten (Turkish Airlines en Onur Air). De vragenlijst is voor dit onderzoek vereenvoudigd, omdat de beschikbare vragenlijsten niet zonder meer toepasbaar waren voor dit onderzoek:

- De RAIB-vragenlijst wordt door betrokkenen kort na het ongeluk ingevuld met hulp van politiemensen. De vragenlijst van de luchtvaartincidenten werd gezamenlijk met een medewerker van de Onderzoeksraad ingevuld.
- De vragenlijst is zes weken na het ongeval toegestuurd. De veronderstelling was dat de plaats waar respondenten zich in de trein bevonden, lastig aan te duiden zou zijn. Plattegronden van de treinstellen zijn daarom achterwege gelaten. Wel zijn vragen opgenomen om informatie te krijgen over de kenmerken van de zit- of staanplaats en omgeving van de inzittende.
- Er is voor gekozen mensen het letsel in eigen woorden te laten omschrijven, en geen gebruik te maken van een schets van het menselijk lichaam. Wel is een aantal aanwijzingen opgenomen in de vragen om informatie te krijgen over de plaats van het opgelopen letsel.
- De voorbeeldvragenlijsten bevatten vragen over de hulpverlening. De hulpverlening valt buiten de afbakening van dit onderzoek. Vragen over de hulpverlening zijn daarom weggelaten.

Verder is inzittenden toestemming gevraagd om het medische dossier over het opgelopen letsel op te vragen en deze informatie te gebruiken voor de analyse, mocht dit voor het onderzoek van belang zijn. Medische dossiers hebben een vertrouwelijk en persoonlijk karakter, en moeten daarom met grote zorgvuldigheid worden opgevraagd en gebruikt. Voor incidentonderzoek is het alleen aan de orde informatie uit medische dossiers te gebruiken, als de informatie aantoonbaar noodzakelijk is en de vereiste inzichten niet langs andere wegen verkregen kunnen worden.

Tijdens het verwerken van de informatie uit de interviews en vragenlijsten bleek dat exacte pathologisch-medische informatie onvoldoende meerwaarde had voor het onderzoek ten opzichte van de informatie die betrokkenen zelf hadden verstrekt. Er is daarom geen gebruik gemaakt van de verleende toestemming.

### *Stap 3: verzenden vragenlijsten*

Voor de verzending van de vragenlijsten aan de passagiers van de sprinter en de intercity is gebruikgemaakt van twee bronnen: NS en KLPD. Beide organisaties leverden een lijst met namen en adressen van passagiers aan.



- In week 22 is de eerste serie van 311 vragenlijsten verzonden op basis van door NS aangeleverde namen en adressen.
- In week 24 is een tweede serie van 92 vragenlijsten verzonden op basis van aanvullende adressen geleverd door het KLPD.
- Naast de zendingen op basis van de gegevens van NS en het KLPD zijn aanvullend nog 13 vragenlijsten afgegeven of gezonden aan inzittenden waarvan de namen langs andere wegen bekend werden.

In totaal zijn 416 personen aangeschreven.

Een aantal mensen ontbreekt in de adressenbestanden. Deels komt dit doordat sommige reizigers niet door de politie zijn geregistreerd. Daarnaast heeft een aantal reizigers de politie geen toestemming gegeven de gegevens door te geven aan andere organisaties die zich bezighouden met het onderzoek naar het ongeval.

#### *Stap 4: verwerken vergaarde informatie*

De gegevens zijn op de volgende manier verwerkt:

- Overname van de verstrekte informatie in een geanonimiseerde Excel-database.
- Codering van de aard en ernst van het letsel aan de hand van de RAIB-, AIS- en ISS-sysematiek om verwondingen tussen verschillende individuen te kunnen vergelijken. Zie verder bijlage 7 'Letselschalen'.
- De verstrekte informatie over de ernst en aard van het letsel is op basis van biomechanische uitgangspunten op hoofdlijnen gerelateerd aan de informatie over de omgeving van de inzittenden en de schade in de treinen. Voor een verdere analyse was de beschikbare informatie onvoldoende gedetailleerd.

#### *Stap 5: presenteren resultaten onderzoek naar botsveiligheid*

De resultaten van het onderzoek naar botsveiligheid worden op twee manieren gepresenteerd.

1. Het onderzoeksrapport bevat de bevindingen en conclusies van de analyse van de verzamelde data. Op basis van de bevindingen zijn aandachtspunten geformuleerd voor betrokken partijen om botsveiligheid van treinen te verbeteren.
2. Een dataset bevat de feitelijke informatie over de botsing. Deze dataset moet spoorbedrijven en constructeurs van treinen in staat stellen nader onderzoek te doen naar mogelijkheden om de botsveiligheid verder te verbeteren, bijvoorbeeld door specifieke simulaties of botsproeven.

## Onderzoek in opdracht van de Onderzoeksraad

In opdracht van de Onderzoeksraad zijn diverse deelstudies uitgevoerd. De bevindingen uit deze deelstudies heeft de Onderzoeksraad in het onderzoek betrokken.

Arcadis	Feitenverzameling
Intergo	Human factors
Lucros	Analyse ritregistratie
Delta Rail	Botsveiligheid
TNO	Letselcodering, interieurveiligheid, botssimulatie

## Begeleidingscommissie

De Onderzoeksraad heeft voor dit onderzoek een begeleidingscommissie in het leven geroepen. Deze commissie bestond uit externe leden met voor het onderzoek relevante deskundigheid onder voorzitterschap van twee leden van de Onderzoeksraad. De externe leden hadden op persoonlijke titel zitting in de begeleidingscommissie. Gedurende het onderzoek is de commissie vier keer bijeengekomen om met de raadsleden en het projectteam van gedachten te wisselen over de opzet en de resultaten van het onderzoek. De commissie vervulde een adviserende rol binnen het onderzoek. De eindverantwoordelijkheid voor het rapport en de aanbevelingen ligt bij de Onderzoeksraad. De commissie was als volgt samengesteld.

Leden van de begeleidingscommissie:

dr. ir. J.P. Visser (voorzitter)	Onderzoeksraad voor Veiligheid
mr. A.H. Brouwer-Korf (vicevoorzitter)	Onderzoeksraad voor Veiligheid
mr. F.G. Bauduin	Raadsheer-plaatsvervanger Gerechtshof Arnhem
ir. W.A.G. Döbken	Oud-directeur NS en High Speed Alliance
G. Eijkelkamp	Veiligheidskundige Syntus en voormalig machinist
mr. A. Kruyt	Voorzitter ROVER
ir. P.M. Ranke	Oud-directeur Railed
ing. P.W. van der Vlist	Oud-regiodirecteur en Hoofd Spoorwegveiligheid ProRail Verkeersleiding
prof. dr. J. Wismans	Hoogleraar op het gebied van voertuigveiligheid

## Projectteam

Leden van het projectteam:

mr. J.J.G. Bovens	onderzoeksmanager
R.J.H. Damstra	projectleider
ir. arch. B.M.L.D. Renier	onderzoeker
ing. T.T. van Prooijen	onderzoeker
drs. A. van der Kolk	onderzoeker
G.J. Oomen	onderzoeker
ir. A.B.M. van Overbeek	onderzoeker
ir. A.C.J.G.M. van Roosmalen	onderzoeker
ing. A. Sloetjes	onderzoeker
dr. ir. J. van den Top	onderzoeker
drs. E.J. Willeboordse	onderzoeker
drs. H.J.A. Zieverink	onderzoeker
drs. E. Cillessen	externe onderzoeker
N.J.A. Kuijper	externe onderzoeker
ing. L. Vermeulen	externe onderzoeker

## BIJLAGE 2: REACTIES OP CONCEPTRAPPORT

---

Een inzageversie van dit rapport is, conform de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid, voorgelegd aan de betrokken partijen. Deze partijen is gevraagd het rapport te controleren op fouten en onduidelijkheden. De inzageversie van dit rapport is voorgelegd aan de volgende partijen:

- Betrokken machinisten
- Betrokken treindienstleider
- NS
- ProRail
- Bombardier / Siemens
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Inspectie Leefomgeving en Transport

Alle benaderde partijen hebben gereageerd. De binnengekomen reacties zijn in de volgende twee categorieën te verdelen:

- Correcties van feitelijke onjuistheden, aanvullingen op detailniveau, en redactioneel commentaar, heeft de Raad (voor zover relevant) overgenomen. De betreffende tekstdelen zijn in het eindrapport aangepast. Deze reacties zijn niet afzonderlijk vermeld.
- De reacties die niet zijn overgenomen, zijn voorzien van een weerwoord. Deze reacties zijn opgenomen in een tabel die te vinden is op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid ([www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)). In die tabel is naast de letterlijke inhoud van de reacties ook aangegeven: op welke paragraaf de reactie betrekking heeft, van welke partij deze afkomstig is en wat het weerwoord van de Raad op de reactie is.

## BIJLAGE 3: BEOORDELINGSKADER

---

De Onderzoeksraad voor Veiligheid maakt in zijn onderzoeken gebruik van een eigen beoordelingskader. Vanuit dit kader onderzoekt de Raad of en hoe organisaties principes van veiligheidsmanagement toepassen vanuit hun eigen verantwoordelijkheid.

### **Algemene uitgangspunten van het beoordelingskader**

De Onderzoeksraad onderkent dat een risicoloze maatschappij niet bestaat. De Raad neemt dan ook als uitgangspunt dat in elk proces zaken kunnen misgaan die direct of indirect kunnen leiden tot blootstelling aan gevaar of schade. Zulke gebeurtenissen zijn zelden het gevolg van de kwaadwillendheid van de betrokken functionaris, die doorgaans handelt met de beste intenties. Het doel van de Onderzoeksraad is dan ook niet zozeer om te achterhalen welke 'overtreding van een regel' heeft bijgedragen aan het voorval, maar vooral welke factoren tot dit handelen aanleiding gaven, ondanks de goede intenties. Door deze achterliggende factoren te kennen en aan te pakken, wordt de kans op toekomstige ongevallen kleiner.

Om te voorkomen dat gevaren zich openbaren, en om personen en goederen te beschermen tegen de gevolgen van gevaren die zich al voordoen, moeten partijen hun processen beheersen. Partijen hebben hierin niet alleen een individuele verantwoordelijkheid, maar ook een gezamenlijke verantwoordelijkheid voor het systeem als geheel. De partijen moeten bijvoorbeeld gezamenlijk de risico's beheersen, als er bij één partij een gevaar ontstaat dat gevolgen kan hebben voor een andere partij, of als die andere partij juist kan helpen om het risico van de veroorzakende partij te beheersen.

De Onderzoeksraad hanteert als uitgangspunt dat de verantwoordelijke partijen het risico zo ver moeten beperken als redelijkerwijs mogelijk is. Dat wil zeggen dat ze steeds de beschikbare maatregelen moeten nemen om het risico te verminderen, tenzij daaraan aantoonbaar onredelijke kosten of andere negatieve gevolgen zijn verbonden. Deze maatregelen kunnen zich richten op het voorkomen van ongewenste gebeurtenissen, of op het beperken van de gevolgen daarvan.

### **Aandachtspunten voor veiligheidsmanagement**

De Onderzoeksraad heeft in zijn beoordelingskader een aantal aandachtspunten voor veiligheidsmanagement gedefinieerd. Bij ieder onderzoek kijkt de Raad in hoeverre de bij het onderzochte voorval betrokken organisaties invulling geven aan deze aandachtspunten.

Het beoordelingskader van de Raad bevat de volgende aandachtspunten:

#### *Inzicht in risico's als basis voor veiligheidsaanpak*

Om de vereiste veiligheid te bereiken, moet in de eerste plaats het systeem worden verkend. Daarna volgt een inventarisatie van de bijbehorende risico's.

Op basis hiervan wordt vastgesteld welke gevaren beheerst moeten worden en welke preventieve en repressieve maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn.

#### *Aantoonbare en realistische veiligheidsaanpak*

Om ongewenste gebeurtenissen te voorkomen en beheersen, moet een realistische en praktisch toepasbare veiligheidsaanpak opgesteld worden. Deze veiligheidsaanpak moet op managementniveau vastgesteld en aangestuurd te worden. Deze veiligheidsaanpak is gebaseerd op:

- relevante wet- en regelgeving;
- beschikbare normen, richtlijnen en *best practices* uit de branche, en eigen inzichten en ervaringen van de organisatie en de voor de organisatie specifiek opgestelde veiligheidsdoelstellingen.<sup>136</sup>

#### *Uitvoering en handhaving veiligheidsaanpak*

De volgende elementen zijn van belang om de veiligheidsaanpak uit te voeren en te handhaven en om de geïdentificeerde risico's te beheersen:

- een beschrijving van hoe de veiligheidsaanpak tot uitvoering moet worden gebracht, met aandacht voor de concrete doelstellingen en plannen, inclusief de daaruit voortvloeiende preventieve en repressieve maatregelen;
- een inzichtelijke, eenduidige en voor iedereen toegankelijke verdeling van verantwoordelijkheden op de werkvloer om de veiligheidsplannen en maatregelen uit te voeren en te handhaven;
- duidelijk vastgelegde afspraken over de vereiste personele inzet en deskundigheid voor de verschillende taken;
- een duidelijke en actieve centrale coördinatie van veiligheidsactiviteiten.

#### *Aanscherping veiligheidsaanpak*

De veiligheidsaanpak moet continu aangescherpt worden op basis van:

- het uitvoeren van (risico)analyses, observaties, inspecties en audits (proactieve aanpak). Deze vinden periodiek plaats, en/of bij iedere wijziging van uitgangspunten;
- een systeem van monitoring en onderzoek van incidenten, bijna-ongevallen en ongevallen, en een deskundige analyse daarvan (reactieve aanpak). Op basis hiervan worden evaluaties uitgevoerd en stelt het management de veiligheidsaanpak bij.

#### *Managementsturing, betrokkenheid en communicatie*

Het management van de betrokken partijen/organisaties moet:

- intern zorg dragen voor duidelijke en realistische verwachtingen ten aanzien van de veiligheidsambitie;
- zorg dragen voor een klimaat van continue verbetering van de veiligheid op de werkvloer door in ieder geval het goede voorbeeld te geven;

---

<sup>136</sup> Zie in dit verband ook de Derde Kadernota Railveiligheid, waarin het overheidsbeleid voor spoorwegveiligheid voor de periode 2010-2020 is vastgelegd (Tweede Kamer, vergaderjaar 2010-34715).

- voldoende mensen en middelen beschikbaar stellen;
- extern duidelijk communiceren over de algemene werkwijze, wijze van toetsing daarvan, procedures bij afwijkingen etc. op basis van heldere en vastgelegde afspraken met de omgeving.

De Raad onderkent dat rekening moet worden gehouden met de aard en omvang van de organisatie als beoordeeld wordt hoe zij invulling geven aan veiligheidsmanagement.<sup>137</sup> Daarom kan de oordeelsvorming per voorval verschillen. De manier van denken blijft echter wel identiek en de bovengenoemde verwachtingen blijven van kracht (net als uiteraard de van toepassing zijnde wettelijke verplichtingen).

Vergelijkbare uitgangspunten vormen de basis van talrijke normen en standaarden die organisaties in alle geledingen van de maatschappij hanteren om hun veiligheidsmanagement in te richten.

Soms kunnen activiteiten van een bepaalde partij risico's met zich meebrengen voor een andere partij, of kan een andere partij juist iets doen om dat risico te beheersen. In dat geval hebben partijen een gezamenlijke verantwoordelijkheid om de risico's te beheersen.

De vijf hierboven geformuleerde uitgangspunten van veiligheidsmanagement gelden ook voor een stelselverantwoordelijke. Ook die heeft immers een bedrijfsproces dat bestaat uit het inrichten en aanpassen van het stelsel waarvoor hij verantwoordelijkheid draagt. Ook in dit proces is het van belang om alle risico's zo goed mogelijk te beheersen en hieraan op planmatige wijze vorm te geven.

---

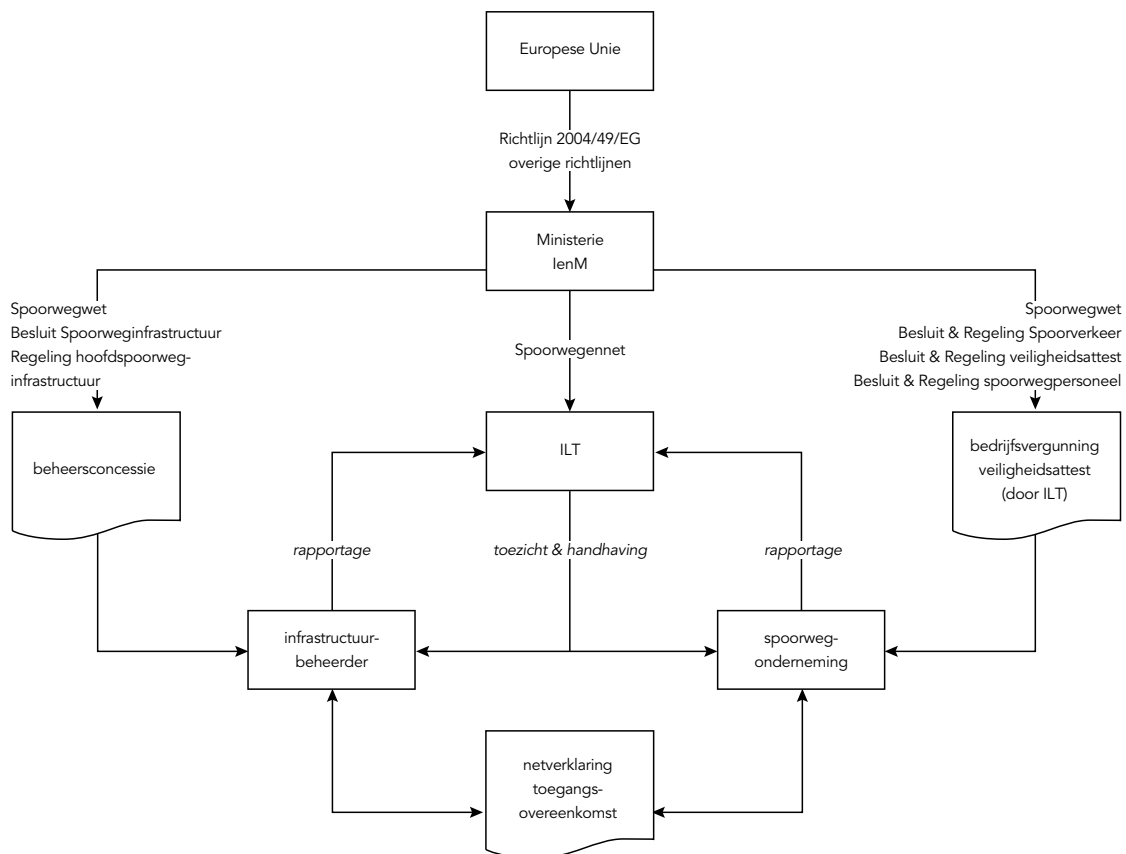
<sup>137</sup> Dit aspect is ook in de Spoorwegwet opgenomen: artikel 33 lid 3 schrijft voor dat het veiligheidsmanagement-systeem van de spoorwegonderneming passend moet zijn voor de aard en omvang van die onderneming.



## BIJLAGE 4: WET- EN REGELGEVING

### Wettelijk kader Nederlandse spoorwegsector

Zowel op Europees als op nationaal niveau is wet- en regelgeving opgesteld om de veiligheid op het spoor te bevorderen. De Europese Unie heeft diverse richtlijnen opgesteld die zich hierop richten. De meest relevante van deze richtlijnen is de Spoorwegveiligheidsrichtlijn. Lidstaten moeten de Europese richtlijnen omzetten in nationale wet- en regelgeving. In Nederland is de veiligheid op het Nederlandse hoofdspoorwegnet geregeld in de Spoorwegwet. Om deze wet uit te voeren, zijn diverse besluiten en regelingen vastgesteld. Het wettelijk kader waarbinnen de Nederlandse spoorwegsector opereert, is samengevat in figuur 1.



Figuur 1: Relevante wet- en regelgeving

## Europese richtlijnen

De Europese Spoorwegveiligheidsrichtlijn 2004/49/EG (verder: de Richtlijn) beoogt de veiligheid van het spoorwegsysteem als geheel te bevorderen.<sup>138</sup> In de Richtlijn ligt vast welke veiligheidsdoelen de lidstaten van de Europese Unie moeten nastreven en welke veiligheidsindicatoren en meetmethoden worden gehanteerd om na te gaan of die doelen ook zijn bereikt.

Volgens de Richtlijn hebben de lidstaten van de Europese Unie de volgende taken om de veiligheid op het spoor te ontwikkelen en verbeteren:

- erop toezien dat de verantwoordelijkheid voor een veilige werking van het spoorwegsysteem en de risicobeheersing wordt gelegd bij de infrastructuurbeheerders en spoorwegondernemingen;
- hen te verplichten om, voor zover nodig in onderlinge samenwerking, de nodige maatregelen op het gebied van risicobeheersing te treffen, nationale veiligheidsvoorschriften en -normen toe te passen en veiligheidsmanagementsystemen<sup>139</sup> te creëren.<sup>140</sup>

Tot slot ligt in de Richtlijn het volgende vast over de verantwoordelijkheden van de diverse betrokken partijen voor Spoorwegveiligheid:<sup>141</sup> *“Allen die het spoorwegsysteem exploiteren, de infrastructuurbeheerders en spoorwegondernemingen, dragen de volle verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het systeem, elk voor zijn eigen deel. Telkens wanneer dat nodig is, dienen zij samen te werken bij de uitvoering van de risicobeheersingsmaatregelen.”*

## Spoorwegwet

De Spoorwegwet regelt de aanleg, het beheer, de toegankelijkheid en het gebruik van spoorwegen en ook het verkeer over spoorwegen. Deze wet maakt onderscheid tussen enerzijds de verantwoordelijkheid voor de infrastructuur en anderzijds de verantwoordelijkheid voor het vervoer.

Het beheer van de hoofdspoorweginfrastructuur geeft de minister in concessie bij een of meer infrastructuurbeheerders. Het beheer omvat, naast de zorg voor de kwaliteit,<sup>142</sup> betrouwbaarheid, en beschikbaarheid van de spoorinfrastructuur, ook de capaciteitsverdeling en de verkeersleiding. Aan de concessie verbindt de minister voorwaarden die waarborgen dat:

- de infrastructuur veilig en doelmatig kan worden bereden;
- de veiligheidsrisico's van gebruik en beheer van de infrastructuur worden geanalyseerd;
- de veiligheidsrisico's met passende maatregelen afdoende worden beheerst.<sup>143</sup>

---

<sup>138</sup> De interoperabiliteitsrichtlijnen 1996/48/EG en 2001/16/EG gaan ook in op veiligheidssystemen. Deze hebben daarom eveneens betrekking op de spoorwegveiligheid.

<sup>139</sup> In de Europese richtlijn wordt gesproken van een veiligheidsbeheerssysteem en in Nederlandse wet- en regelgeving van een veiligheidszorgsysteem. In andere stukken van de overheid en spoorpartijen wordt veelal gesproken van veiligheidsmanagementsysteem (VMS). Deze laatste term wordt ook gebruikt in dit rapport.

<sup>140</sup> Art. 4 lid Spoorwegveiligheidsrichtlijn (2004/49/EG).

<sup>141</sup> Spoorwegveiligheidsrichtlijn (2004/49/EG), overweging 7.

<sup>142</sup> Art. 16 Spoorwegwet.

<sup>143</sup> Art. 17 lid 1 sub b en c Spoorwegwet.

Daarbij moet rekening worden gehouden met de specifieke vereisten van de te verwachten bedrijfsvoering en de stand van de techniek. De genoemde voorwaarden zijn opgenomen in de beheersconcessie.<sup>144</sup> Hierin is ook opgenomen dat de beheerder over een adequaat veiligheidsmanagementsysteem (VMS) moet beschikken dat aan specifieke eisen voldoet.<sup>145</sup>

De minister van Infrastructuur en Milieu geeft het vervoer over het spoor in handen van spoorwegondernemingen. Om als spoorwegonderneming te kunnen opereren is een bedrijfsvergunning vereist.<sup>146</sup> Om van de hoofdspoorweginfrastructuur gebruik te mogen maken, moet de spoorwegonderneming bovendien beschikken over een veiligheidsattest.<sup>147</sup> Zowel de bedrijfsvergunning, als het veiligheidsattest worden door de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) namens de minister verleend. Om het attest te verkrijgen, moet een onderneming aannemelijk kunnen maken dat zij – door een adequaat (VMS) toe te passen – in staat is veilig gebruik te maken van de spoorweg.<sup>148</sup> De wet stelt enkele functionele eisen aan het VMS van spoorwegondernemingen.<sup>149</sup> Het VMS moet onder andere waarborgen dat de spoorwegonderneming:

- *“bij de normale bedrijfsvoering en bij voorzienbare afwijkingen daarvan geen schade berokkent en niemand onnodig hindert of in gevaar brengt en zorgt dat het spoorverkeer zo veel mogelijk zonder verstoringen kan worden afgewikkeld;*
- *rekening houdt met de specifieke vereisten wanneer de normale bedrijfsvoering raakt aan die van andere gebruikers van de spoorweg of van de beheerder;*
- *de aan de bedrijfsvoering verbonden risico's onderkent en passende maatregelen neemt om deze afdoende te beheersen en daarbij rekening houdt met de stand der techniek en de binnen de bedrijfstak aanwezige kennis en richtsnoeren voor een veilige bedrijfsvoering;*
- *procedures vaststelt en hanteert voor het nemen van corrigerende maatregelen bij afwijkingen en incidenten, alsmede voor het voortdurend verbeteren van het veiligheidsniveau met het oog op zich wijzigende omstandigheden en op grond van opgedane ervaringen;*
- *ervoor zorg draagt dat werknemers met een veiligheidsfunctie met het oog op het behouden van hun geschiktheid, kennis en bekwaamheid voor de desbetreffende functie de noodzakelijke oefening hebben en de noodzakelijke nadere of aanvullende scholing, opleiding en studie volgen.”*

De wet stelt verder opleidings- en geschiktheidseisen aan personeel van de spoorwegonderneming met een veiligheidsfunctie<sup>150</sup> en aan het materieel waarmee de spoorweg wordt bereden.<sup>151</sup>

---

<sup>144</sup> De beheerconcessie voor de hoofdspoorwegen is voor de periode van 1 januari 2005 tot 1 januari 2015 verleend aan ProRail.

<sup>145</sup> Art. 3 en art. 7 Beheerconcessie hoofdspoorweginfrastructuur.

<sup>146</sup> Art. 27 lid 2 sub a Spoorwegwet.

<sup>147</sup> Art. 27 lid 2 sub b Spoorwegwet.

<sup>148</sup> Art. 32 lid 1 sub b Spoorwegwet.

<sup>149</sup> Art. 33 lid 2 Spoorwegwet.

<sup>150</sup> Art. 49 en 50 Spoorwegwet.

<sup>151</sup> Art. 36 Spoorwegwet.

Zoals hierboven is vermeld, schrijft de Spoorwegwet voor dat de infrastructuurbeheerder en de vervoerders de veiligheidsrisico's "met passende maatregelen afdoende" moeten beheersen. In de Tweede en Derde Kadernota Railveiligheid, waarin het overheidsbeleid voor de Spoorwegveiligheid vastligt, is uitgewerkt wat hiermee wordt bedoeld. Dit sluit aan op de Spoorwegwet en de beheerconcessie. In de kadernota's is aangegeven dat het ALARP-principe<sup>152</sup> de maatstaf is voor afdoende beheersing van de veiligheidsrisico's. Dat principe houdt in dat de verantwoordelijke partijen ervoor moeten zorgen dat de beschikbare maatregelen worden genomen tenzij aan een maatregel aantoonbaar onredelijke kosten of gevolgen zijn verbonden.

### **Van de Spoorwegwet afgeleide besluiten en regelingen**

Om de Spoorwegwet uit te voeren, zijn diverse besluiten en regelingen vastgesteld. De voor dit onderzoek relevante besluiten en regelingen worden hieronder kort beschreven.

#### *Besluit spoorweginfrastructuur en Regeling hoofdspoorweginfrastructuur*

Het Besluit bevat met name bepalingen met betrekking tot keuring, certificering, onderhoud en herstel van de hoofdspoorweginfrastructuur en de bescherming van de hoofdspoorweg en zijn omgeving. De Regeling beschrijft onder meer aan welke technische basiseisen de hoofdspoorweginfrastructuur moet voldoen.

In de Regeling ligt onder meer vast dat het beveiligingssysteem van de hoofdspoorweginfrastructuur<sup>153</sup> moet waarborgen dat de rijwegen van de treinen gescheiden zijn.<sup>154</sup> De Regeling bepaalt ook dat de veilige berijdbaarheid van de rijwegen door middel van seinen of cabinesignalering aan de treinbestuurders kenbaar wordt gemaakt.<sup>155</sup> Verder schrijft de Regeling voor dat het desbetreffende deel van de hoofdspoorweginfrastructuur moet zijn voorzien van een Treinbeïnvloedingssysteem dat informatie over de geldende seinbeelden doorgeeft aan de spoorvoertuigen (ten minste onderverdeeld in de snelheidsstappen 40-60-80-130-140 km/uur).<sup>156</sup>

#### *Besluit en Regeling keuring spoorvoertuigen (tot 5 maart 2012)*

De Regeling keuring spoorvoertuigen bepaalt dat locomotieven, treinstellen, stuurstandrijtuigen en bijzondere voertuigen voorzien moeten zijn van een systeem van automatische Treinbeïnvloeding (ATB) dat compatibel is met het ATB-systeem van de hoofdspoorweginfrastructuur. Bij baanvakken met ATB Nieuwe Generatie (ATB-NG) geldt dit niet voor voertuigen die niet sneller kunnen dan 40 km/uur. Vanaf 5 maart 2012 zijn het Besluit en de Regeling keuring spoorvoertuigen vervangen door de Regeling indienststelling spoorvoertuigen.

---

<sup>152</sup> As low as reasonably practicable.

<sup>153</sup> Art. 7 lid van de Spoorwegwet schrijft voor dat hoofdspoorwegen waar sneller dan 40 km/uur gereden mag worden, voorzien moeten zijn van een beveiligingssysteem.

<sup>154</sup> Art. 13 lid 1 Regeling hoofdspoorweginfrastructuur.

<sup>155</sup> Art. 13 lid 2 Regeling hoofdspoorweginfrastructuur.

<sup>156</sup> Art. 14 Regeling hoofdspoorweginfrastructuur.

### *Besluit en Regeling indienststelling spoorvoertuigen*

De Regeling indienststelling spoorvoertuigen bepaalt dat locomotieven, treinstellen, stuurstandrijtuigen en bijzondere voertuigen voorzien moeten zijn van een systeem van automatische Treinbeïnvloeding (ATB) dat compatibel is met het ATB-systeem van de hoofdspoorweginfrastructuur<sup>157</sup>; bij baanvakken met ATB Nieuwe Generatie (ATB-NG) geldt dit niet voor voertuigen die niet sneller kunnen dan 40 km/uur.

### *Besluit bedrijfsvergunning en veiligheidsattest hoofdspoorwegen en Regeling veiligheidsattest hoofdspoorwegen*

Het Besluit vermeldt nadere regels voor de bedrijfsvergunning en het veiligheidsattest. De bedrijfsvergunning regelt de toegang tot het beroep van spoorwegondernemer. Deze vergunning alleen geeft echter geen toegang tot de hoofdspoorwegen. De Spoorwegwet bevat aanvullende voorwaarden, waaronder het bezit van een veiligheidsattest. Zowel de bedrijfsvergunning als het veiligheidsattest kennen veiligheidseisen. Het onderscheid zit in het feit dat de veiligheidseisen in de bedrijfsvergunning vooral betrekking hebben op de interne organisatie van de spoorwegonderneming, terwijl de veiligheidseisen in het veiligheidsattest meer zijn toegesneden op het veilig kunnen deelnemen aan het spoorverkeer in de praktijk.

De Regeling veiligheidsattest hoofdspoorwegen geeft nader uitvoering aan enkele bepalingen over de beoordeling en de afgifte van het voor spoorwegondernemingen verplichte veiligheidsattest. De Regeling vereist onder meer dat het veiligheidsmanagementsysteem (VMS):<sup>158</sup>

- voorziet in het vaststellen van adequaat veiligheidsbeleid;
- voorziet in de wijze van registratie van onregelmatigheden, de wijze van inventarisatie van mogelijke risico's, de wijze waarop deze inventarisatie actualiseert en erop toeziet dat het VMS wordt nageleefd;
- waarborgt dat gedocumenteerde voorschriften voor Spoorwegveiligheid actueel worden gehouden;
- waarborgt dat personeel met een veiligheidsfunctie adequaat geschoold is en blijft, en dat materiaal doorlopend voldoet aan de wettelijke vereisten;
- adequate procedures voor interne communicatie waarborgt voor Spoorwegveiligheidsrisico's.

### *Besluit spoorverkeer 2011 en Regeling spoorverkeer 2011*

Het Besluit en de Regeling spoorverkeer bevatten nadere bepalingen voor veilig en ongestoord gebruik van de hoofdspoorweginfrastructuur. Hieronder vallen zaken als treinsamenstelling, rijnsnelheden en de plaatsing van seinen. Voor dit onderzoek zijn met name de bepalingen over de plaatsing van seinen relevant. Dit betreft bepalingen over de plaatsing en zichtbaarheid van seinen. Ook ligt vast dat voor een sein dat rood licht uitstraalt, in principe altijd moet worden gestopt.<sup>159</sup>

<sup>157</sup> Art. 26 Regeling keuring spoorvoertuigen. Per 1 april 2012, dus net voor het ongeval, is in plaats van deze regeling, de Regeling Indienststelling Spoorvoertuigen van kracht geworden.

<sup>158</sup> Art. 2-8 Regeling veiligheidsattest hoofdspoorwegen.

<sup>159</sup> Bijlage 4 bij art. 24 lid 1 Regeling spoorverkeer.

Alleen als de treindienstleider een zogenaamde 'aanwijzing stoptonend sein' geeft, mag de machinist dat sein passeren.<sup>160</sup> Bijlage 4 van de Regeling spoorverkeer bevat een toelichting op de aard, uitvoering en betekenis van seinen.

### *Besluit spoorwegpersoneel en Regeling spoorwegpersoneel*

In het Besluit ligt vast dat machinisten van spoorvoertuigen moeten voldoen aan een aantal eisen rondom algemene kennis en bekwaamheid.<sup>161</sup> Ook ligt daarin vast dat personen die een veiligheidsfunctie uitoefenen (waaronder machinisten), moeten voldoen aan eisen aan de medische en psychologische geschiktheid.<sup>162</sup> Zij moeten een medische keuring en een psychologische keuring ondergaan. De medische en psychologische geschiktheid moet blijken uit verklaringen daarover. De verklaringen hebben een beperkte geldingsduur, die verschilt al naar gelang de leeftijd van de machinist.<sup>163</sup> Nadat personeel de vereiste vakkennis heeft verworven om de beoogde veiligheidsfunctie uit te oefenen, moet die kennis nadien op hetzelfde niveau gehouden worden. Daartoe moet het vakinhoudelijk goed functioneren van dit personeel periodiek beoordeeld worden.<sup>164</sup>

De Regeling spoorwegpersoneel geeft gedetailleerd invulling aan vier onderwerpen uit het Besluit spoorwegpersoneel: de keuringsprocedure, de medische en de psychologische eisen en het praktijkprogramma van machinisten in opleiding.

### *Voorschriften botsveiligheid*

Relevant voor de botsveiligheid van reizigerstreinen zijn de volgende voorschriften:

- *Constructie*  
Voor de botsveiligheid van de constructie zijn de huidige eisen geformuleerd in respectievelijk de RIS, de TSI 'Locomotieven en reizigerstreinen' en de EN-normen 15227 en 12663. De essentie van de eisen is dat, voor de toelating van nieuwe reizigerstreinen, moet worden aangetoond dat het ontwerp bestand is tegen een viertal botsscenario's. Deze eisen vormen het eindresultaat van een ontwikkeltraject dat in de tachtiger jaren is begonnen en enkele jaren geleden is afgerond. De eisen zijn sinds 1998 (via Railned-normblad-M001 en de Regeling Keuring Spoorvoertuigen) stapsgewijs ingevoerd. Tot 1998 waren alleen interne NS-voorschriften van toepassing.
- *Interieur*  
Voor de botsveiligheid van het interieur zijn de huidige eisen opgenomen in de TSI 'Locomotieven en reizigerstreinen'. Daarin zijn geen generieke eisen aan het interieur beschreven, alleen enkele specifieke aspecten (met name wat betreft de bevestiging van objecten en de veiligheidseigenschappen van het toegepaste glas). Voor deze aspecten wordt in de TSI (net als in de voorafgaande regelgeving) verwezen naar de EN-norm 12663 en UIC-fiche 566.

---

<sup>160</sup> Art. 3 Regeling spoorverkeer. Dergelijke aanwijzingen worden alleen afgegeven voor bediende seinen.

<sup>161</sup> Art. 24 Besluit spoorwegpersoneel.

<sup>162</sup> Hoofdstuk III Besluit spoorwegpersoneel.

<sup>163</sup> Art. 31 en 32 Besluit spoorwegpersoneel.

<sup>164</sup> Art. 39 lid 1 Besluit spoorwegpersoneel.

Verder wordt in de TSI aangegeven dat er momenteel, onder regie van de ERA, onderzoek gaande is om nadere voorschriften op te stellen. De formulering doet vermoeden dat het nog meerdere jaren zal duren voordat de beoogde aanvulling van de TSI zijn beslag krijgt. In de UIC-fiche 566 zijn de basiseisen geformuleerd voor bepaalde onderdelen van het interieur (bijvoorbeeld stoelen). Naar deze UIC-fiche wordt al ten minste sinds 1990, bij het verschijnen van de derde editie van deze norm, in de voorschriften verwezen.

### *Bedrijfsregels*

In aanvulling op de bovengenoemde wet- en regelgeving hebben spoorbedrijven interne procedures en regels opgesteld. Hiermee willen zij de risico's beheersen die zijn verbonden aan het spoorverkeer of processen eenduidig laten verlopen. Voor dit onderzoek zijn onder meer de plannormen voor het ontwerpen van de dienstregeling, het 'Handboek machinist' en het 'Handboek & werkwijze treindienstleider' relevant.

De plannormen liggen vast in een netverklaring die de beheerder van de spoorweg jaarlijks moet opstellen. De netverklaring bevat informatie over de voorwaarden voor toegang tot de spoorweginfrastructuur, waaronder de plannormen. Dit zijn eisen waaraan een dienstregeling moet voldoen. Deze eisen hebben vooral betrekking op het logistieke proces; ze gaan over de vraag of de infrastructuur op de geplande wijze kan worden benut zonder dat een van de treinen volgens plan een rood sein tegenkomt.

### *Regelgeving ten aanzien van botsveiligheid reizigerstreinen*

De treinen die bij de botsing van 21 april 2012 betrokken waren, stammen uit verschillende periodes: de intercity is ontworpen in het begin van de negentiger jaren van de vorige eeuw en de sprinter omstreeks 2005. In de tussenliggende periode hebben zich ingrijpende ontwikkelingen voorgedaan. De NS is op organisatorisch vlak veranderd, de visie en de stand van de techniek op het gebied van botsveiligheid is veranderd en de bijbehorende regelgeving is veranderd.

### *Onderzoek en voortschrijdend inzicht*

Tot ongeveer dertig jaar geleden overheerste de visie dat treinen zo sterk mogelijk moesten worden gemaakt en met een baanschuiver moesten worden uitgevoerd. De sterke constructie zou zo veel mogelijk tegengaan dat de trein bij een botsing ernstig vervormde. De baanschuiver was bedoeld om tegen te gaan dat er objecten onder de trein terecht zouden komen (wat aanleiding kan vormen tot ontsporen). In de zeventiger en tachtiger jaren van de vorige eeuw ontstond het inzicht dat er mogelijk ook andere manieren zijn om de botsveiligheid te bevorderen. In eerste instantie onderzochten nationale spoorbedrijven dit onderwerp zelf. Hierbij kan worden aangetekend dat het destijds gebruikelijk was dat de spoorbedrijven zelf hun treinen ontwierpen. Vooral de spoorbedrijven SNCF (Frankrijk) en BR (Engeland) waren voorloper op het gebied van botsveiligheid.

Ook de NS ontwikkelde destijds een visie op de botsveiligheid van reizigerstreinen. In eerste instantie zocht de NS de verbetering door gedefinieerde kreukelzones te introduceren in de rijtuigen. Dat concept is daadwerkelijk toegepast bij enkele treinseries, zoals de SM'90 en de DM'90.



Verder werden constructieve uitgangspunten gehanteerd, die bedoeld waren om ervoor te zorgen dat de reizigerscompartimenten tijdens een botsing zo goed mogelijk intact blijven. De uitgangspunten kwamen globaal op het volgende neer<sup>165</sup>:

- Rijtuigen moeten een homogene constructie te hebben, waarbij de reizigerscompartimenten sterker moeten zijn dan de cabines en de balkons. De uiteinden van de rijtuigen moeten vervormen vanaf een duidelijk lagere drukkracht in langsrichting dan de reizigerscompartimenten.
- De cabine moet bestand zijn tegen niet-extreme botsingen, terwijl bij extreme botsingen de cabine de botskrachten moet verdelen over de gehele constructie.
- De kopwanden van de rijtuigen moeten zijn voorzien van antitelescopeerstijlen om de gevolgen van overbuffering tegen te gaan. Doel daarvan is te voorkomen dat rijtuigen bij een botsing elkaar overrijden en in elkaar schuiven.

Later werd het principe met kreukelzones weer verlaten.

Deze visie is destijds uitgewerkt in interne NS-voorschriften. Daarbij werd onder andere verwezen naar de UIC-fiche 566.<sup>166</sup> Dit is een internationale norm (waarvan in 1990 de derde revisie is verschenen) waarin onder meer eisen zijn opgenomen voor de constructieve sterkte van rijtuigen en voor enkele aspecten van het interieur (met name wat betreft de bevestiging van objecten en de veiligheidseigenschappen van het toegepaste glas). Wat betreft de rijtuigsterkte komt UIC-fiche 566 erop neer dat de constructie bepaalde statische langskrachten moet kunnen weerstaan.

Sinds het begin van de negentiger jaren pakken de Europese spoorbedrijven het verbeteren van de botsveiligheid van reizigerstreinen meer gemeenschappelijk aan. Een grootschalig onderzoeksproject van het European Railway Research Institute leverde in de eerste helft van de negentiger jaren de eerste belangrijke bijdrage.<sup>167</sup> Het betrof een omvangrijke studie om de botsveiligheid van reizigerstreinen te bevorderen. De basis werd gevormd door een uitgebreide analyse van ongeveer tweeduizend treinongevallen in diverse Europese landen (gedurende de tachtiger en het eerste deel van de negentiger jaren) en een inventarisatie van de knowhow van de deelnemende spoorbedrijven (inclusief SNCF en BR). Het eindresultaat is in 1994 gepubliceerd (in het nog steeds veelvuldige geciteerde ERRI-rapport B205). De essentie van de bevindingen kwam op het volgende neer:<sup>168</sup>

---

<sup>165</sup> Bron: Nota toelatingseisen bakconstructie (TC/96/R/33 van NS Materieel Engineering)

<sup>166</sup> UIC staat voor Union Internationale des Chemins de fer. Deze Internationale Spoorwegunie bestaat sinds 1922 en heeft tot doel: de technische eisen aan het spoorwagematerieel te standaardiseren, samenwerking tussen de spoorbedrijven te bevorderen en daarmee grensoverschrijdend treinverkeer te vergemakkelijken.

<sup>167</sup> ERRI staat voor European Rail Research Institute. Het was een instituut voor gezamenlijke onderzoeks-projecten, dat opereerde binnen de UIC. Per 30 juni 2004 zijn de activiteiten beëindigd; sindsdien worden de geproduceerde rapporten beheerd door de UIC.

<sup>168</sup> Bron: ERRI-rapport B 205/RP1.

- *Constructie*

Voor het overgrote deel van de treinongevallen (70 procent) geldt dat inzittenden effectief kunnen worden beschermd door *crash energy management*. Dat houdt in dat de treinen zodanig worden geconstrueerd, dat bij een botsing een zo groot mogelijk deel van botsenergie wordt opgenomen door crash-absorbers of kreukelzones. Daardoor blijft het niveau van de vervormingskrachten beperkt. De achterliggende gedachte hierbij is dat op deze manier niet alleen wordt tegengegaan dat de cabines en reizigerscompartimenten vervormen, maar ook dat inzittenden minder krachten en versnellingen te verduren krijgen.

- *Interieur*

Het interieur moet zodanig worden uitgevoerd dat bij een interne botsing (van een inzittende tegen delen van het interieur) ernstig letsel zo veel mogelijk wordt tegengegaan. Daartoe moeten oppervlakken relatief zacht worden uitgevoerd, zonder scherpe of uitstekende delen.

In plaats van de destijds gebruikelijke statische beproeving (volgens UIC-566) moesten ontwerpcriteria worden ontwikkeld in de vorm van botsscenario's voor respectievelijk botsingen tussen twee treinen en botsingen tussen treinen en wegvoertuigen (overweg-aanrijdingen).

#### *Safetrain*

De inzichten uit het ERRI-onderzoek zijn verder uitgewerkt in een grootschalig project onder regie van de Europese Commissie, genaamd Safetrain. Dat project werd, naast financiering door de Europese Commissie, gesponsord door de UIC. Het project is uitgevoerd door een consortium van spoorbedrijven, treinfabrikanten, technische universiteiten en onderzoekscentra. Het project is gestart in 1997 en de resultaten zijn gepubliceerd in 2001.

Het Safetrain-project was, overeenkomstig de uitkomst van het ERRI-onderzoek, zowel gericht op de constructie als op het interieur. De uitwerking van de ERRI-bevindingen vond plaats op twee manieren: het formuleren van ontwerpcriteria in de vorm van botsscenario's en het ontwikkelen van technische oplossingen.

De belangrijkste uitkomsten van het Safetrain-project kunnen als volgt worden samengevat:<sup>169</sup>

- *Constructie*

Voor de ontwerpcriteria voor de botsveiligheid van de treinconstructie zijn de volgende vier testscenario's geformuleerd:

- scenario 1: trein botst met 55 km/uur tegen soortgelijke trein;
- scenario 2: trein botst met 36 km/uur tegen spoorvoertuig van 80 ton met buffers;
- scenario 3: trein botst met 100 km/uur tegen star object van 16,5 ton;
- scenario 4: duwbelasting op baanschuiver.

Toelichting: scenario 1 is gekozen omdat het merendeel van de ernstige slachtoffers van treinbotsingen het gevolg is van frontale botsingen tussen treinen onderling. Scenario 2 representeert botsingen met conventionele treinen (die neigen naar overrijden) en stootjukkotsingen. Scenario 3 is bedoeld als simulatie van een overwegaanrijding met een vrachtauto en scenario 4 als simulatie van een overwegaanrijding met een klein wegvoertuig (personenauto, motorfiets of bromfiets).

- *Interieur*

Het Safetrain-project was ook gericht op verbetering van het interieur. Er vond in dit verband een inventarisatie van best practices plaats. Ook is onderzoek gedaan naar de manier waarop de voorschriften voor de botsveiligheid van het interieur het best konden worden geformuleerd.

Wat betreft het laatstgenoemde is een versnellingsverloop (*longitudinal acceleration pulse*) gedefinieerd om interieurdelen en hun bevestigingen te testen. Deze werkwijze is vergelijkbaar met wat gebruikelijk is in andere transportsectoren (waaronder het wegverkeer). Het gedefinieerde versnellingsverloop is gebaseerd op een serie botsproeven met treinen, waarbij onder andere de eerder genoemde referentiebotsingen voor de treinconstructie (botsscenario's 1 tot en met 3) zijn betrokken. De *acceleration pulse* komt globaal neer op een versnelling of vertraging van 5 tot 7 g gedurende een periode van 110 tot 210 milliseconden. Dit komt neer op een abrupte snelheidsverandering van ongeveer 30 km/uur.

Om de botsveiligheid van het interieur van een trein te kunnen testen, zijn verder maximale waarden gedefinieerd voor de mechanische belastingen die op de inzittenden worden uitgeoefend als het compartiment of de cabine waarin ze zich bevinden een *acceleration pulse* ondergaat. De gedefinieerde belastingsgrenzen hebben betrekking op respectievelijk het hoofd, de nek, de borstkas en de benen.

## **Regelgeving en toelatingsprocedure**

Wat betreft de regelgeving en de toelatingsprocedure zijn in grote lijnen de volgende drie perioden te onderscheiden: de periode vóór 1998, de periode 1998-2005 en de periode sinds 2005. Deze opdeling houdt verband met enerzijds de eerdergenoemde ontvlechting van de Nederlandse Spoorwegen sinds 1998 en anderzijds de inwerking-treding van de nieuwe Spoorwegwet per 1 januari 2005.

---

<sup>169</sup> Bron: 'Safetrain and Safetram Projects: Results and Objectives' en 'Safetrain Project Results and Rail Passive Safety Harmonisation'.

#### *Periode tot 1998*

Tot 1998 was de botsveiligheid van de treinen een interne aangelegenheid van de toenmalige (ongesplitste) NS. De toelating van het spoormaterieel was weliswaar (zowel wat betreft de procedure als de eisen) geregeld in de Spoorwegwet (van 1875), maar het was volledig gedelegeerd aan de NS. De eisen bestonden destijds uit de eerdergenoemde interne NS-voorschriften (inclusief de verwijzing naar UIC-fiche 566 voor de sterkte van de rijtuigen). Voor de toelating van nieuw materieel beschikte de NS over een speciale (eenpersoons)afdeling: het Bureau Materieel Toelating (BMT).

#### *Periode 1998-2004*

In 1998 is het eerder toegelichte proces van opdeling van de NS in infrastructuurbeheerders en vervoerders, aannemers en ingenierusbureaus concreet van start gegaan. In dat verband is toen ook een onafhankelijke keuringsinstantie opgericht in de vorm van RailNed Spoorwegveiligheid. RailNed Spoorwegveiligheid heeft diverse voorschriften opgesteld voor de toelating van het treinmaterieel. In dit verband gaat het vooral om de voorschriften RN-M001 en RN-M005, die betrekking hadden op respectievelijk de technische eisen en de toelatingsprocedure.

Voor de botsveiligheid kwamen de technische eisen (samengevat in RN-M001) globaal neer op een codificatie van de interne NS-voorschriften die vóór 1998 golden, inclusief de verwijzing naar UIC-fiche 566. In het bewuste normblad (RN-M001) werd ook melding gemaakt van de in internationaal verband nieuwe botsveiligheidseisen die in ontwikkeling waren. Daarmee werd bedoeld op het in de vorige paragraaf beschreven Safetrain-project. In het normblad werd aangekondigd dat de toekomstige eisen zouden gaan bestaan uit botstesten. Vooruitlopend op de nieuwe botsveiligheidseisen die in aantocht waren, waren in het normblad (RN-M0001) naast de 'oude NS-eisen' twee aanvullende botsveiligheidseisen opgenomen. De eerste kwam er op neer dat de constructie van de rijtuigen zodanig moet zijn, dat bij een frontale botsing tegen een andere trein met een botssnelheid tot 36 km/uur geen vervorming optreedt aan de cabine en de reizigerscompartimenten. De andere aanvulling betrof de in algemene bewoordingen geformuleerde eis dat het interieur letselmijdend moet zijn (in de zin dat scherpe of uitstekende delen en losrakende of afbrekende onderdelen worden vermeden).

Het toetsen van de eisen bij toelating van nieuw materieel gebeurde door onafhankelijke keuringsinstanties.

#### *Periode sinds 2005*

Per 1 januari 2005 is de oorspronkelijke Spoorwegwet (van 1875) vervangen door een nieuwe. RailNed Spoorwegveiligheid ging daarbij over in Inspectie Verkeer en Waterstaat (toezichteenheid Rail).<sup>170</sup> Sindsdien zijn de procedure en de technische eisen voor de toelating opgenomen in de Spoorwegwet (inclusief de daarmee samenhangende regelingen). Het toetsen van de eisen bij toelating van nieuw materieel gebeurt door gecertificeerde keuringsinstanties (de zogeheten Notified Bodies).

---

<sup>170</sup> Per 01-01-2012 is Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW), samen met de VROM-Inspectie (VI), opgegaan in Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT).

In de Spoorwegwet 2003 is bepaald dat nieuwe treinen moeten voldoen aan de eisen die zijn geformuleerd in bijlage III van Europese Richtlijn 2001/16/EG. De concrete uitwerking van die eisen is neergelegd in de volgende documenten: een nationale Regeling<sup>171</sup>, een set Technische Specificaties Interoperabiliteit (TSI's), opgesteld onder regie van het Europese Spoorbureau (ERA) en een set Europese normen (EN-normen). Voor de botsveiligheid van reizigerstreinen gaat het vooral om de TSI 'Lokomotieven en reizigerstreinen'<sup>172</sup> en de EN-normen 12663-1 (*structural requirements of railway vehicle bodies*) en 15227+A1 (*crashworthiness requirements for railway vehicle bodies*).<sup>173</sup>

Wat betreft de botsveiligheid van de constructie is de essentie van de huidige eisen samengevat in vier scenario's, gebaseerd op de uitkomsten van het Safetrain-project. Nieuwe reizigerstreinen moeten aantoonbaar bestand zijn tegen:

- een botsing met een snelheid van 36 km/uur tegen een zelfde trein;
- een botsing met een snelheid van 36 km/uur tegen een wagon (80 ton) met buffers;
- een botsing met een snelheid van 90 km/uur tegen een obstakel (15 ton, vrachtauto-model)
- een langskracht van 300/250 kN tegen de baanschouwer (op 0/75 cm uit het midden).

Voor de scenario's 1 tot en met 3 geldt dat de reizigerscompartimenten en balkons niet meer dan een beperkte vervorming mogen ondergaan, terwijl in de cabine sprake moet blijven van een bepaalde minimale overlevingsruimte voor de machinist. Verder geldt dat de gemiddelde vertraging van de cabine en de compartimenten tijdens de gehele botsperiode niet meer mag bedragen dan 5 g bij de testen 1 en 2 en 7,5 g bij test 3. Bij test 1 geldt bovendien dat (ondanks een verticale verschuiving van 40 mm tussen de botsende treinen) geen overrijden mag plaatsvinden en er per draaistel bij ten minste één wielstel de lift beperkt moet blijven tot een zekere waarde.

Ten aanzien van de sterkte-eisen aan het casco en de bevestiging van vaste onderdelen in de reizigersruimte aan de wagenbakconstructie wordt in de TSI 'Lokomotieven en reizigerstreinen' volstaan met verwijzing naar EN 12663-1:2010.

---

<sup>171</sup> In eerste instantie de Regeling Keuring Spoorvoertuigen (RKS), die per 1/4/2012 is vervangen door de Regeling indienststelling spoorvoertuigen (RIS).

<sup>172</sup> Deze TSI is op 26-05-2011 in werking getreden.

<sup>173</sup> Deze twee EN-normen zijn inwerking getreden respectievelijk per 2010 en 2008.

## BIJLAGE 5: BETROKKEN PARTIJEN EN HUN VERANTWOORDELIJKHEDEN

---

### **ProRail (infrastructuurbeheerder)**

ProRail is een organisatie die verantwoordelijk is voor het beheer van de spoorwegen. De minister van Infrastructuur en Milieu heeft de beheerconcessie voor de hoofdspoorwegen voor de periode van 1 januari 2005 tot 1 januari 2015 verleend aan ProRail.<sup>174</sup> Hierbij is ProRail als houder van de beheerconcessie als enige verantwoordelijk voor de nakoming van de wettelijke op de beheerder rustende verplichtingen met betrekking tot het beheer.

ProRail heeft de taak het spoorweganet te exploiteren, te onderhouden en, als de rijksoverheid daartoe besluit, uit te breiden. Voor de exploitatie verdeelt ProRail de capaciteit op het spoor onder de verschillende goederen- en reizigersvervoerders. De treindienstleiding valt daarom ook onder verantwoordelijkheid van ProRail.

ProRail heeft als beheerder van de infrastructuur de verantwoordelijkheid ervoor te zorgen dat de infrastructuur veilig en doelmatig bereden kan worden. Deze verantwoordelijkheid is nader uitgewerkt in voorschriften in de beheerconcessie. Zo bepaalt de beheerconcessie dat ProRail de veiligheidsrisico's van het gebruik en beheer van de hoofdspoorweginfrastructuur moet analyseren en passende maatregelen moet nemen om de risico's afdoende te beheersen. Daarbij moet ProRail rekening houden met de specifieke vereisten van de te verwachten bedrijfsvoering en de stand van de techniek.<sup>175</sup> Dit betekent dat ProRail ook rekening moet houden met risico's waarvan de oorzaak is gelegen buiten de directe invloedssfeer van ProRail.

Op grond van de beheerconcessie moet ProRail (met ingang van 1 januari 2008) beschikken over een veiligheidsmanagementsysteem (VMS) dat voldoet aan de eisen uit de Spoorwegveiligheidsrichtlijn.<sup>176</sup> Die eisen houden onder meer in dat ProRail moet zorgen voor:

- procedures en methoden om risico's te beoordelen en te beheersen als er voor de infrastructuur of de activiteiten nieuwe risico's ontstaan door een verandering in de bedrijfsomstandigheden of door nieuw materiaal;
- procedures om ervoor te zorgen dat ongevallen, incidenten, bijna-ongelukken en andere gevaarlijke voorvallen worden gemeld, onderzocht en geanalyseerd en dat de nodige preventieve maatregelen worden getroffen;
- voorzieningen voor periodieke interne controles met betrekking tot het VMS.

---

<sup>174</sup> Beschikking van de minister van Verkeer en Waterstaat betreffende beheerconcessie hoofdspoorweginfrastructuur; beschikking van de minister van Verkeer en Waterstaat van 3 mei 2007 tot wijziging van de beheerconcessie hoofdspoorweginfrastructuur.

<sup>175</sup> Art. 3 Beheerconcessie hoofdspoorweginfrastructuur.

<sup>176</sup> Art. 17 Spoorwegwet juncto art. 7 lid 1 Beheerconcessie hoofdspoorweginfrastructuur.

## Nederlandse Spoorwegen (NS)

De twee kerntaken van de NS zijn: reizigersvervoer – inclusief treinonderhoud – en knooppuntontwikkeling van stationsgebieden. De hoofdtaak van NS is daarbij het reizigersvervoer per spoor. Deze activiteit is ondergebracht bij het bedrijfs onderdeel NS BV. NS beschikt over een concessie voor het hoofdrailnet en voor een aantal gedecentraliseerde treindiensten.

NS is een spoorwegonderneming. Een spoorwegonderneming heeft geen toegang tot de hoofdspoorwegen als:<sup>177</sup>

- de onderneming niet beschikt over een geldige bedrijfsvergunning;
- de onderneming niet beschikt over een geldig veiligheidsattest of proefattest;
- de onderneming niet voldoet aan de voor haar geldende verzekeringsplicht;
- het recht op die toegang niet rechtstreeks voortvloeit uit een toegangsovereenkomst als bedoeld in artikel 59 van de Spoorwegwet;
- de onderneming anderszins niet gerechtigd is van de hoofdspoorweg gebruik te maken.

De minister van Verkeer en Waterstaat verleent een bedrijfsvergunning als de spoorwegonderneming voldoet aan de vereisten van goede naam, financiële draagkracht en beroepsbekwaamheid. Ook moet de onderneming voldoende zijn verzekerd tegen wettelijke aansprakelijkheid.<sup>178</sup> De spoorwegonderneming moet voor het verkrijgen van een veiligheidsattest aantonen dat:<sup>179</sup>

- zij beschikt over een adequaat veiligheidsmanagement als bedoeld in de Spoorwegwet;
- zij door haar veiligheidsmanagement veilig gebruik kan maken van de spoorweg en daarbij kan voldoen aan de bij of krachtens de Spoorwegwet gestelde voorschriften ten aanzien van het veiligheidsattest.

Als de onderneming aan alle eisen voldoet, geeft de Inspectie Verkeer en Waterstaat namens de minister van Verkeer en Waterstaat een veiligheidsattest af.

Spoorwegondernemingen moeten beschikken over een veiligheidsmanagementsysteem, waarin onder meer gewaarborgd moet zijn dat:<sup>180</sup>

- de aan de bedrijfsvoering verbonden risico's worden onderkend en passende maatregelen worden genomen om deze afdoende te beheersen, waarbij rekening wordt gehouden met de stand der techniek en de binnen de bedrijfstak aanwezige kennis en richtsnoeren voor een veilige bedrijfsvoering;

---

<sup>177</sup> Art. 27 lid 2 Spoorwegwet.

<sup>178</sup> Art. 28 lid 1 Spoorwegwet.

<sup>179</sup> Art. 32 lid 1 Spoorwegwet; Art. 16 lid 4 Besluit bedrijfsvergunning en veiligheidsattest hoofdspoorwegen.

<sup>180</sup> Art. 33 lid 2 Spoorwegwet.



- procedures worden vastgesteld en gehanteerd voor het nemen van corrigerende maatregelen bij afwijkingen en incidenten, alsmede voor het voortdurend verbeteren van het veiligheidsniveau met het oog op zich wijzigende omstandigheden en op grond van opgedane ervaringen;
- voorzien is in procedures met betrekking tot door derden aan de spoorwegonderneming geleverde diensten en goederen die verband houden met Spoorwegveiligheid.<sup>181</sup>

De Spoorwegwet schrijft dus ook aan de spoorbedrijven voor dat zij veiligheidsrisico's met passende maatregelen afdoende moeten beheersen.<sup>182</sup> Hieronder vallen ook risico's waarvan de oorzaak is gelegen buiten de directe invloedssfeer van de vervoerder. Hij moet die betrekken in zijn afwegingen en moet eventueel maatregelen nemen om de risico's te verminderen.

De spoorwegonderneming moet ervoor zorgen dat machinisten van spoorvoertuigen voldoen aan de vastgelegde eisen aan geschiktheid, kennis, bekwaamheid en oefening en dat zij beschikken over een verklaring rondom de medische en psychologische geschiktheid. Personen die een veiligheidsfunctie uitoefenen (waaronder machinisten) moeten medisch en psychologisch gekeurd worden. De medische en psychologische geschiktheid moet blijken uit verklaringen daarover. Deze verklaringen hebben een beperkte geldingsduur die verschilt al naar gelang de leeftijd.<sup>183</sup>

### **Het ministerie van Infrastructuur en Milieu**

Volgens de Spoorwegwet (2005) rust op de minister van Infrastructuur en Milieu de systeemverantwoordelijkheid voor Spoorwegveiligheid. Dit betekent dat de minister verantwoordelijk is voor het formuleren van het beleid, het functioneren van de wettelijke kaders en het initiëren van nieuwe wet- en regelgeving.<sup>184</sup> In de Spoorwegwet ligt verder vast dat de minister van Infrastructuur en Milieu toezicht houdt op de naleving van de bij of krachtens de Spoorwegwet gestelde bepalingen omtrent Spoorwegveiligheid. De minister heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) aangewezen om dit toezicht uit te oefenen.

Volgens de Spoorwegwet zijn spoorbedrijven binnen de gestelde kaders verantwoordelijk voor de veiligheid van de dagelijkse uitvoering. De spoorbedrijven hebben een zorgplicht ten aanzien van veiligheid. Zij moeten ieder voor zich en gezamenlijk zorgen voor afdoende beheersing van de veiligheidsrisico's (waar ook de botsveiligheid van de trein onder valt) door passende maatregelen te treffen. In de Derde Kadernota Railveiligheid<sup>185</sup>, waarin het overheidsbeleid voor de Spoorwegveiligheid vastligt, is uitgewerkt wat hiermee wordt bedoeld.

<sup>181</sup> Art. 7 Regeling veiligheidsattest hoofdspoorwegen.

<sup>182</sup> Het ALARP-principe wordt ook hier gehanteerd als maatstaf voor afdoende beheersing van de risico's.

<sup>183</sup> Art. 31 en 32 Besluit spoorwegpersoneel.

<sup>184</sup> Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Veilig vervoeren, veilig werken, veilig leven met spoor. Derde Kadernota Railveiligheid, juni 2010, p. 24 (Tweede Kamer, vergaderjaar 2009-2010, 29 893, nr. 106).

<sup>185</sup> Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Veiligheid op de rails. Tweede Kadernota Railveiligheid, november 2004 (Tweede Kamer, vergaderjaar 2004-2005, 29 893.nrs. 1 en 2); Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Veilig vervoeren, veilig werken, veilig leven met spoor. Derde Kadernota Railveiligheid, juni 2010 (Tweede Kamer, vergaderjaar 2009-2010, 29 893, nr. 106).

In die Kadernota is aangegeven dat het ALARP-principe<sup>186</sup> de maatstaf is voor afdoende beheersing van de veiligheidsrisico's. Dat principe houdt in dat de verantwoordelijke partijen ervoor moeten zorgen dat de beschikbare maatregelen worden genomen tenzij aan een maatregel aantoonbaar onredelijke kosten of consequenties zijn verbonden.

Volgens de Spoorwegwet moeten spoorbedrijven beschikken over een adequaat werkend veiligheidsmanagementsysteem (VMS) dat erop is gericht de Spoorwegveiligheid te beheersen. De werking van dit VMS wordt regelmatig getoetst door de Inspectie.

Een overzicht van de wetgeving is opgenomen in bijlage 4.

### **De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)**

De Inspectie Leefomgeving en Transport houdt toezicht op de naleving van de wetten en regels en handhaaft deze. Dit gebeurt onder meer aan de hand van inspecties, vergunningverlening en kennisoverdracht. Het doel van het toezicht is de kans op ongevallen, milieuvervuiling en verstoorde marktverhoudingen zo klein mogelijk te maken. De ILT onderhoudt en versterkt de bereidheid van ondertoezichtstaanden om hun verplichtingen na te leven. Toezicht binnen het railvervoer richt zich met name op veiligheid en niet zozeer op milieuvervuiling of verstoorde marktverhoudingen.

ILT valt onder de verantwoordelijkheid van de minister van Infrastructuur en Milieu. De Inspectie handhaaft op drie manieren dat spoorbedrijven de wet- en regelgeving naleven: door dienstverlening, toezicht en opsporing. Ook voert de Inspectie onderzoek uit naar ongevallen, incidenten of onregelmatigheden. In het kader van dit onderzoek is met name de toezichthoudende taak relevant.

De Inspectie houdt toezicht op:

- railinfrastructuur;
- de beheerder van de railinfrastructuur;
- bedrijven die vervoer aanbieden over de railinfrastructuur;
- bepaalde functionarissen die beroepsmatig op de railinfrastructuur werken;
- voertuigen die over de railinfrastructuur rijden;
- bedrijven die keuringen uitvoeren aan infrastructuur, voertuigen of personen.
- bedrijven die opleiden en die examens mogen afnemen.

ILT is ook verantwoordelijk voor de veiligheidsattesten die zij aan spoorwegondernemingen afgeeft namens de minister van Infrastructuur en Milieu. Daarnaast beoordeelt de Inspectie of de veiligheidsmanagementsystemen van spoorwegondernemingen en de infrastructuurbeheerder adequaat zijn. Naast de afgifte van veiligheidsattesten, geeft ILT tevens vergunningen af voor spoorvoertuigen en eventuele ontheffingen.

---

<sup>186</sup> As low as reasonably practicable.

Een van de bovenstaande taken van ILT is het toezicht op de keuringsinstanties die de minister van Infrastructuur en Milieu heeft aangewezen voor de goedkeuring en certificering van nieuwe en gewijzigde infrastructuur en nieuwe en gewijzigde spoorvoertuigen. Op dit moment zijn er in Nederland zes aangewezen keuringsinstanties. Deze keuringsinstanties zijn bij de EU aangemeld (genotificeerd) als Notified Body.

## BIJLAGE 6: HYPOTHESEN ROODSEINPASSAGE

---

De Raad heeft vastgesteld dat sein 494 voor de sprinter op rood stond. De machinist van de sprinter heeft echter verklaard dat hij zag dat sein 494 geel was. Waardoor dit verschil in waarneming is ontstaan, kon niet met zekerheid worden vastgesteld. Wel heeft de Raad een aantal oorzaken uitgesloten en een aantal mogelijke verklaringen gevonden, die in deze bijlage worden uiteengezet.

### **Uitgesloten oorzaken**

#### *Machinist onbekwaam*

Er zijn geen signalen die erop wijzen dat de machinist van de sprinter onwel was of niet bekwaam om de trein te besturen voorafgaand aan de botsing. De machinist had tien jaar ervaring en reed dagelijks over het desbetreffende traject. De machinist had twee dagen voor de botsing een rustdag gehad en heeft ook aangegeven de desbetreffende dag uitgerust en ontspannen te zijn begonnen. Er zijn geen signalen bekend dat de machinist onder invloed van medicijnen, drugs of alcohol was.

#### *Verblindings*

De zon stond vrijwel recht in het westen op een hoogte van 21°. De zon scheen schuin van links onder een hoek van circa 50° tot 40° (de hoek varieerde vanwege een bocht in het spoor). Het cabineontwerp van de sprinter is zodanig dat de machinist niet verder dan circa 25° naar links of rechts kan kijken. Daarmee is uitgesloten dat de machinist was verblind toen hij het rode sein naderde.

#### *Gezichtsveld vanuit cabine sprinter*

De sprinter is een relatief recent gebouwde nieuwe trein. Voor dit type is dit de eerste ernstige botsing. Aan het ontwerp van de sprinter valt op dat de machinist een kokerachtig gezichtsveld heeft. Dit komt met name door de afwezigheid van zijruiten en het feit dat de machinist relatief ver achter de voorruit zit. De Onderzoeksraad heeft daarom het cabineontwerp door een ergonomisch bureau laten beoordelen. Daaruit is gebleken dat het gezichtsveld niet van invloed is geweest op het ontstaan van de botsing.

#### *Gedoofd sein*

Welke kleur het sein uitstraalde op het moment dat de machinist naar het sein keek, kan niet worden vastgesteld. Wel is na de botsing, op 22 april omstreeks 01.20 uur, sein 494 visueel gecontroleerd. Daarbij werd geconstateerd dat het sein rood licht uitstraalde.

#### *Rem trein defect/glad spoor*

Beide treinen hebben kort voor de botsing een noodremming uitgevoerd. Daarbij is de gevraagde remkracht ook geleverd.<sup>187</sup> De remmen hebben dus gefunctioneerd.

---

<sup>187</sup> Volgens de automatische ritregistratie van beide treinen.

### *Herroepen rijweg*

De verkeersleiding had voor de sprinter geen rijweg ingesteld. Er is dus ook geen rijweg voor de sprinter herroepen.

### *Elektromagnetische interferentie*

Onder elektromagnetische interferentie (EMI) wordt verstaan dat een elektrisch apparaat in zijn werking wordt verstoord door een elektrisch veld. Het optreden van EMI is achteraf moeilijk met zekerheid vast te stellen of te ontcrachten. EMI ontstaat als in een elektrisch circuit ongewenste stromen gaan lopen die worden opgewekt door een andere (stoor) stroom. Dat betekent dat er twee vereisten zijn: twee elektrische circuits in elkaars nabijheid, en een stroombron met een relatief groot vermogen ten opzichte van het circuit dat verstoord zou raken. In een spoorstelsel is de stroom voor de aandrijving van treinen typisch een mogelijke stroombron voor de beveiligingslogica en de ATB.

EMI kan alleen optreden als er grote vermogens van wisselend elektrisch veld optreden. Op basis van een inschatting van de treinenloop waren er kort voor de botsing geen uitzonderlijk grote stromen gevraagd. Bovendien zouden de stromen dan richting het onderstation (voedingspunt van de bovenleiding) lopen. Dat is in dit geval voor de meeste treinen van de botsingslocatie af.

De Onderzoeksraad onderkent drie manieren waarom interferentie in dit geval had kunnen leiden tot onveilige situaties:

- verstoren van de ATB-code;
- onterecht mogelijk maken van rijweginstelling;
- een stroom induceren waardoor een seinlamp onterecht gaat branden.

Geen van deze drie manieren acht de Onderzoeksraad waarschijnlijk, zoals hieronder toegelicht. EMI als oorzaak kan daarmee als onwaarschijnlijk worden gezien.

### *Verstoring van de ATB-code*

Een geïnduceerde stroom zou de ATB-code van een trein kunnen verstoren, waardoor deze onterecht een rijtoestemming in de cabinesignalering zou kunnen krijgen. Dit zou echter worden geregistreerd in de ritregistratie van betrokken treinen. Hier is geen sprake van.

### *Onterechte rijweginstelling mogelijk maken*

Om een rijweg voor een trein te kunnen instellen, moet zijn voldaan aan een aantal veiligheidsvoorwaarden. Zo moeten bijvoorbeeld alle wissels in de juiste stand liggen en daarin vergrendeld zijn, en moeten er geen treinen op de rijweg zijn. Als aan deze voorwaarden is voldaan, kan een sein een ander seinbeeld dan rood tonen. EMI zou in theorie onterecht één van deze voorwaarden kunnen beïnvloeden (bijvoorbeeld een relais van stand doen veranderen), waardoor onterecht een rijweg kan worden ingesteld. Uit logfiles van de verkeersleiding blijkt echter dat er geen poging is gedaan om een rijweg in te stellen.

*Induceren van een spanning in een kabel van een seinlamp, waardoor deze licht gaat uitstralen*

Uit de functietest van de beveiliging blijkt dat er op de kabel van de seinlamp geen kortsluiting was. Dan had de lamp alleen kunnen branden als er een spanning werd geïnduceerd op de kabel die de seinlamp verbond met de relais die de rijweginstelling beveiligen.

Aangezien de kabels van de rode, gele en groene seinlamp parallel lopen, zou dan aannemelijk zijn dat alle drie de lampen (en ook die in de naastgelegen seinen) zouden gaan branden. Om het seinbeeld geel waar te nemen, had bovendien ook de rode lamp gedoofd moeten zijn geweest. Gezien het ontwerp van de beveiliging acht de Onderzoeksraad dit onwaarschijnlijk.

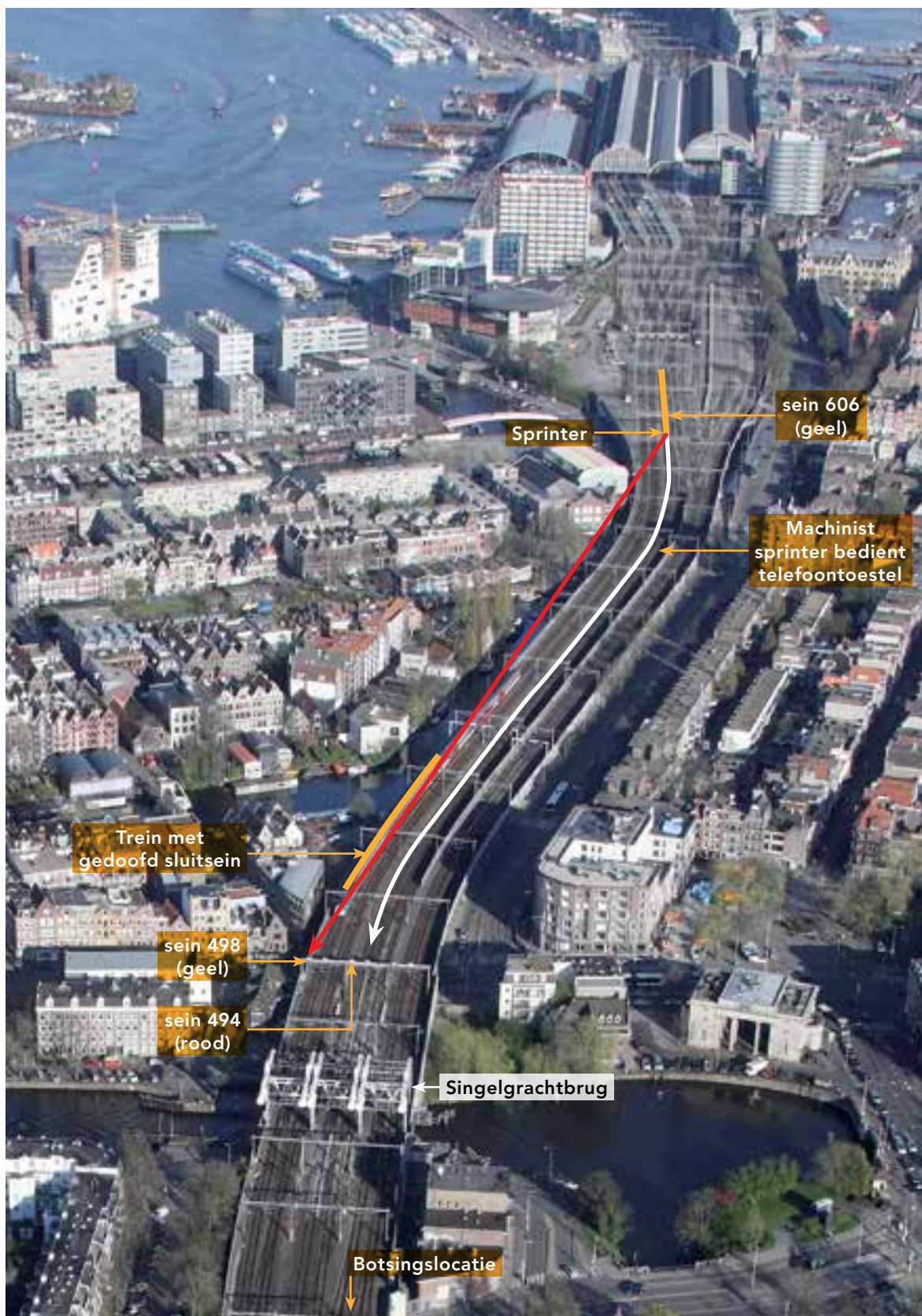
### **Mogelijke verklaringen**

De machinist van de sprinter heeft zich zeer waarschijnlijk in de waarneming van het sein vergist. Hiervoor zijn twee verklaringen denkbaar:

*Bij vergissing een geel sein voor een andere trein waargenomen*

Op het moment dat de sprinter Amsterdam Centraal verliet, kondigde het gele sein 606 aan dat het volgende sein (494) op dat moment nog rood was. De machinist verwachtte te moeten stoppen. Toen de machinist daarna voor het eerst zicht kreeg op de rij seinen waarvan sein 494 deel uitmaakt, ontstond gedurende enkele seconden de situatie zoals afgebeeld in figuur 1.





Figuur 1: Op het moment dat de sprinter voor het eerst zicht krijgt op de zes seinen voor de Singelgrachtbrug, is sein 498 (voor de trein met het gedoofd sluitsein) nog korte tijd geel. Dit sein is echter links van deze trein zichtbaar, waardoor op dat moment het beeld kan ontstaan dat het sein geldt voor het spoor waarop de sprinter rijdt. Onderliggende foto: KLPD.



De trein met het gedoofde sluitsein bevond zich kort voor deze rij seinen. Het sein voor deze trein toonde op dat moment geel (sein 498). Dit sein hangt, zoals gebruikelijk is, *rechts* boven het spoor waar het bij hoort. Vanwege de S-bocht in het spoor en de positie waar de machinist van de sprinter zich op dat moment bevond, was het sein echter zichtbaar *links* van deze trein. De S-bocht vertekent het beeld. Daardoor kan het beeld ontstaan dat het gele sein hoort bij een spoor links van de trein met het defecte sluitsein – zoals het spoor van de sprinter.

Zo'n geel sein betekent – in tegenstelling tot een geel verkeerslicht in het wegverkeer – niet dat het licht elk moment op rood kan springen, maar juist dat pas het daaropvolgende sein rood is. Als de machinist sein 498 geel heeft zien branden en dit voor sein 494 heeft aangezien, zou de machinist vanaf dat moment in de veronderstelling hebben kunnen verkeren dat hij pas bij het sein na sein 494 hoefde te stoppen, op dat moment nog circa 1.600 meter verderop. Dat is ruim twee minuten rijden waarin de machinist verder geen actie hoeft te ondernemen, behalve voor dat sein te stoppen.

De machinist kan zich daardoor vrij hebben gevoeld om te melden dat er van de trein voor hem slechts één sluitsein brandde. Uit registraties van het telefoonnetwerk blijkt dat de machinist een groepsgesprek heeft gestart aan het einde van de bocht na sein 606 (zie figuur 1). Daaraan gingen nog enkele bedienhandelingen aan de telefoon vooraf. Dat kan betekenen dat de machinist eerst het sein geel heeft zien branden en daarop besloot te bellen. Zeker is dit echter niet.

Het vervolg van de rit verliep dan als volgt: de machinist van de sprinter zou dan, al kijkend naar het sluitsein van de trein voor hem, naar sein 494 zijn gereden. Er reageerden een aantal machinisten op de oproep die de machinist van de sprinter had gestart. De machinist van de sprinter heeft verklaard deze telefoongesprekken niet te hebben beantwoord, omdat hij de aandacht bij de seinen wilde houden.

Recht in het verlengde van het spoor van de sprinter is dan wederom sein 498 zichtbaar. Dit sein was dan inmiddels rood geworden, omdat de trein met het defecte sluitsein het sein was gepasseerd. Dit rode sein was prominent in beeld, maar had voor de machinist van de sprinter geen betekenis. Vanaf die plaats was inmiddels namelijk duidelijk zichtbaar dat het sein niet bij het door hem te berijden spoor hoorde.

Sein 494 (eveneens rood) was ook zichtbaar, maar minder goed en verder naar links. Dit sein werd pas weer goed zichtbaar toen de sprinter zich bevond aan het begin van het tweede deel van de S-bocht. De S-bocht en het feit dat de machinist bezig was met het sluitsein van de andere trein, kunnen verklaren dat de machinist niet heeft opgemerkt dat sein 494 feitelijk toch niet geel was, maar rood. Als een machinist al geel heeft gezien in een bepaald sein, lijkt er weinig reden om nogmaals naar hetzelfde sein te kijken: de machinist heeft het seinbeeld immers al gezien. Zo kan een eenmalige vergissing van de machinist ook verder onopgemerkt blijven.

Op deze manier zou de machinist zich in de waarneming van het sein vergist kunnen hebben, waarna de afleiding door het gedoofde sluitsein en de machinisten die op de oproep reageerden eraan kan hebben bijgedragen dat de machinist die vergissing niet heeft opgemerkt. De plaatsing van het sein na een bocht kan bijdragen aan zowel de oorspronkelijke vergissing als aan het niet opmerken van die vergissing.

In deze mogelijke verklaring is de onjuiste waarneming van het gele sein in de verte leidend. Andere afleidende factoren, zoals het sluitsein, zijn vervolgens een gevolg van de oorspronkelijke verkeerde waarneming. Het bellen kan in dat geval de vergissing niet hebben veroorzaakt, maar wel eraan hebben bijgedragen dat de vergissing niet werd opgemerkt. In de perceptie van de machinist was bellen op dat moment veilig en hij belde om een verkeerde situatie te corrigeren. De machinist deed zijn werk dus verantwoordelijk, maar hij had wel een vergissing gemaakt.

#### *Door afleiding het sein in het geheel niet gezien*

Het is ook denkbaar dat de machinist zodanig was afgeleid, dat hij volledig is opgegaan in het waarnemen van de sluitseinen van de andere trein, en daarbij de belangrijkste taak – het waarnemen van de seinen die voor de eigen trein gelden – te weinig aandacht heeft gegeven. Het kan daardoor zijn dat de machinist sein 494 in het geheel niet bewust heeft waargenomen of dat hij het seinbeeld verkeerd heeft onthouden.

Dat de machinist desondanks kan verklaren dat het sein geel heeft getoond, is dan te verklaren door 'false memories'. Dit zijn herinneringen aan gebeurtenissen of details daarvan, die in werkelijkheid niet hebben plaatsgevonden. In het geval van de machinist van de sprinter kan dit betekenen dat de machinist terugviel op een herinnering die past bij de situatie zoals die hoort te zijn, of hoe die past bij andere informatie die de machinist heeft waargenomen. Tevens is het mogelijk dat de herinnering van het laatste bewust waargenomen sein (sein 606, dat geel was) de (vergeten) waarneming van sein 494 'invult'. Dit kan verklaren waarom de machinist zich (gedurende de rit en daarna) meent te herinneren een geel sein te hebben gezien, terwijl het sein rood was.

## BIJLAGE 7: LETSELSCHALEN

---

Inzittenden van beide treinen hebben, op verzoek van de Onderzoeksraad, het door hen opgelopen letsel beschreven. De beschrijvingen van het individueel opgelopen letsel zijn gecodeerd aan de hand van twee veel gebruikte letselschalen<sup>188</sup>: de Abbreviated Injury Scale (AIS) en daaraan gerelateerde Injury Severity Score (ISS), onder andere in gebruik voor het onderzoek naar botsveiligheid, transportongelukken en luchtvaart-incidenten.

### *Abbreviated Injury Scale (AIS)*

AIS is ontwikkeld binnen de traumatologie zodat alle betrokken hulpverleners het aangetroffen trauma op een zelfde manier typeren. AIS gaat uit van tien lichaamsregio's.

- Hoofd
- Nek
- Gezicht
- Borst
- Buik
- Wervelkolom
- Bovenste extremiteiten (armen)<sup>189</sup>
- Onderste extremiteiten (benen, inclusief skeletdelen van het bekken)
- Externen of thermische letsels (verwondingen die zich beperken tot de huid; deze verwondingen worden ook wel gerekend tot een van de andere regio's, zo ook in dit onderzoek)
- Overig letsel

Daarnaast worden zeven weefseltypen onderscheiden voor een verdere verfijning per regio, wanneer nodig:

- Gehele regio (inclusief de huid)
- Bloedvaten
- Zenuwen
- Interne organen
- Spieren, pezen en ligamenten
- Gewrichten
- Skelet

---

<sup>188</sup> Bronnen: [http://en.wikipedia.org/wiki/Injury\\_Severity\\_Score](http://en.wikipedia.org/wiki/Injury_Severity_Score); <http://www.aam1.org/ais/>; [http://www.surgicalcriticalcare.net/Resources/injury\\_severity\\_scoring.pdf](http://www.surgicalcriticalcare.net/Resources/injury_severity_scoring.pdf); Reurings, M.C.B., 2010. Ernstig verkeersgewonden in Nederland in 1993-2008: in het ziekenhuis opgenomen verkeersslachtoffers met een MAIS-score van ten minste 2. SWOV-rapport R-2010-15. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV - Leidschendam.

<sup>189</sup> In literatuur ook wel aangeduid als 'ledematen'.

De beschikbare informatie in dit onderzoek is niet gebaseerd op medisch-pathologische typeringen. De weefseltypen zijn daarom in dit onderzoek niet gebruikt.

AIS onderscheidt zes gradaties wat betreft de ernst van verwondingen en kent deze toe per lichaamsregio:

- AIS 0 = Geen letsel
- AIS 1 = Licht (bijvoorbeeld een kneuzing schaafwond of snee)
- AIS 2 = Matig (bijvoorbeeld een breuk van een neus, arm, been of rib)
- AIS 3 = Ernstig maar niet levensbedreigend (bijvoorbeeld een verbrijzelde voet)
- AIS 4 = Zeer ernstig (bijvoorbeeld zenuwbeschadiging die gepaard gaat met een aanzienlijke mate van functieverlies)
- AIS 5 = Levensgevaarlijk (bijvoorbeeld een gebroken nek of levensbedreigend intern letsel)
- AIS 6 = Onmiddellijk fataal (bijvoorbeeld onthoofding)

Voor elk van de AIS-regio's, weefseltypen en gradaties bestaan binnen de traumatologie lijsten met aandoeningen beschreven in medisch-pathologische termen.

#### *Injury Severity Score (ISS)*

ISS is ontwikkeld in de auto-industrie om nader inzicht te krijgen in betekenis van de totale omvang van verwondingen en de behandeling die dit vereist bij personen die bij een ongeluk meerdere verwondingen (multi-trauma) hebben opgelopen.

ISS is geënt op AIS, maar hergroepeert de tien lichaamsregio's van AIS in zes regio's.

- Hoofd/nek (inclusief nekwevels C1-C7; de nek wordt ook wel apart geclassificeerd)
- Gezicht
- Borst (inclusief de wevels van de borstkas - T1-T12)
- Buik (inclusief zachte wefels rondom de heupen en wevels van de lenden - L1-L5)
- Extremiteten (armen en benen inclusief skeletdelen van het bekken, het heiligbeen en het staartbeen)
- Extern (verwondingen die zich beperken tot de huid; deze verwondingen worden ook wel gerekend tot een van de andere regio's, zo ook in dit onderzoek)

In deze rapportage worden de zes ISS-lichaamsregio's gehanteerd. Er is sprake van multi-trauma's. Daarnaast past de meer globale ISS-groepering beter bij de beschikbare informatie over het letsel.

Om de ISS-score te berekenen, worden de AIS-scores van de drie ernstigste letsels per lichaamsregio van een persoon gekwadraterd en daarna bij elkaar opgeteld. De ISS-score loopt daarmee van 1 tot 75. Als een persoon overlijdt, wordt de maximale score 'ISS 75' toegekend.

Voor dit onderzoek is een onderscheid gemaakt naar licht en ernstig letsel. Onder het lichte letsel vallen verwondingen die snel genezen en het leven van betrokkenen niet of beperkt beïnvloeden, zoals blauwe plekken, bloedneuzen of schaafwonden (door betrokken omschreven letsel, ten behoeve van dit onderzoek geclassificeerd AIS 1 en ISS 1-3). Onder het ernstige letsel vallen verwondingen die een behandeling vereisen, zoals breuken en inwendige bloedingen (door betrokken omschreven letsel, ten behoeve van dit onderzoek geclassificeerd AIS  $\geq 2$  en ISS  $\geq 4$ ).

## BIJLAGE 8: LETSEL, LETSELOORZAAK EN POSITIE IN DE TREIN

---

In het onderzoeksrapport zijn enkele overzichten opgenomen van gerapporteerd letsel dat bekend is bij de Onderzoeksraad. Deze bijlage bevat de volgende gedetailleerde informatie:

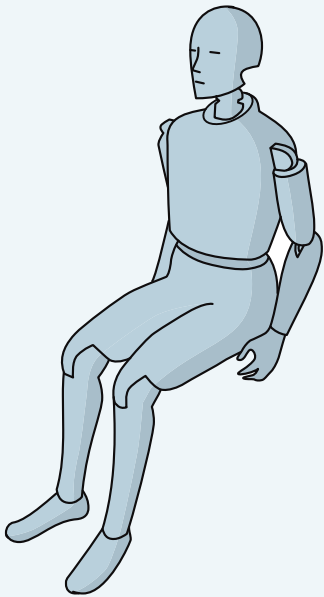
- een overzicht van de beschreven verwondingen per lichaamsregio;
- een overzicht van het type zit- of staanplaats waar de inzittenden zich op het moment van de botsing bevonden in relatie tot het gerapporteerde letsel;

De overzichten geven een indicatie van de aard en ernst<sup>190</sup> van het letsel dat ontstond bij de treinbotsing. Deze indicatie heeft het mogelijk gemaakt om na te gaan welke risicofactoren in de trein bijdroegen aan het ontstaan van het letsel. Ook werd het hierdoor mogelijk om aandacht te vragen voor verbetering van de botsveiligheid voor inzittenden, met name wat betreft het interieur van de trein.

Voor een verdere kwantitatieve of statistische analyse van het letsel is de informatie niet geschikt. Zo is niet duidelijk of alle inzittenden een vragenlijst ontvingen. Van de respondenten die niet reageerden, is niet bekend of zij wel of geen letsel opliepen. En van de meeste inzittenden was de exacte locatie in de trein tijdens de botsing niet te achterhalen.

---

<sup>190</sup> Onder het lichte letsel vallen verwondingen die snel genezen en het leven van betrokkenen niet of beperkt beïnvloeden, zoals blauwe plekken, bloedneuzen of schaafwonden (door betrokken omschreven letsel, ten behoeve van dit onderzoek geclassificeerd AIS 1 en ISS 1-3). Onder het ernstige letsel vallen verwondingen die een behandeling vereisen, zoals breuken en inwendige bloedingen (door betrokken omschreven letsel, ten behoeve van dit onderzoek geclassificeerd AIS  $\geq 2$  en ISS  $\geq 4$ ).

		Intercity - VIRM 162 m		Sprinter - SLT 101 m	
		Licht	Ernstig	Licht	Ernstig
	Hoofd/nek	8	2	17	6
	Gezicht	35	0	33	2
	Borst	19	3	23	4
	Buik	1	2	0	0
	Ledematen (armen en benen)	66	3	56	8
	<b>Totalen</b>	<b>129</b>	<b>10</b>	<b>129</b>	<b>20</b>
		139 (93 gewonden)		149 (96 gewonden)	

Eén inzittende kan meerdere letsels hebben opgelopen. Hierdoor is het totaal aantal beschreven letsels groter dan het aantal gewonden. Het letsel van de overleden passagier is opgenomen onder 'ernstig'.

Tabel 1: Aantal en ernst van de beschreven verwondingen per lichaamsregio.

		Intercity - VIRM 162 m			Sprinter - SLT 101 m		
		Geen	Licht	Ernstig	Geen	Licht	Ernstig
<b>Zittend vooruit, stoelen</b>							
Tegenover elkaar		9	38	5	1	34	3
Achter elkaar		1	24	2	0	6	4
Onbekend/overig		1	1	0	0	1	0
<b>Zittend achteruit, stoelen</b>							
Tegenover elkaar		13	9	1	7	17	0
Achter elkaar		9	1	0	11	0	0
Onbekend/overig		1	1	0	0	0	0
<b>Zittend in dwarsrichting</b>							
Klapstoel (zijwaarts)		0	2	0	4	15	4
<b>Anders</b>							
Zittend, rijrichting onbekend		0	3	1	0	1	0
Staan		1	3	0	2	7	3
Cabine machinist		0	1	1	0	1	0
<b>Totaal</b>		<b>35</b>	<b>83</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>82</b>	<b>14</b>

Tabel 2: Beschreven zit- of staanplaats gerelateerd aan het letsel.



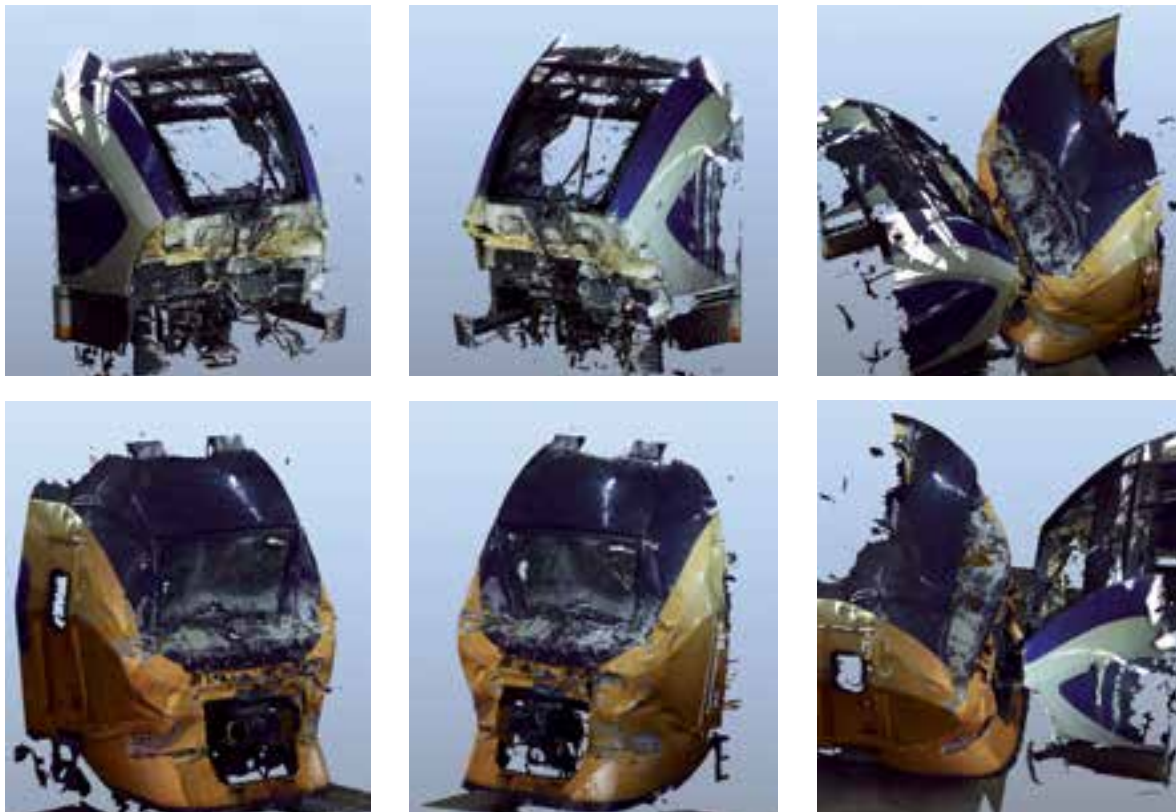
## BIJLAGE 9: SIMULATIE BOTSINGSVERLOOP

Het bewegingsverloop van de beide treinen kort voor en tijdens de botsing is zo goed mogelijk gereconstrueerd. Daarbij zijn de volgende vier stappen te onderscheiden:

- Eerst is uit de vervormingen aan de treinen afgeleid hoe het bewegingsverloop is geweest van respectievelijk de beide treinfronten ten opzichte van elkaar en de rijtuigen per trein onderling.
- Vervolgens is uit de blackbox-gegevens afgeleid met welke snelheden de treinen bij nadering van de botsingslocatie reden, in hoeverre ze voorafgaand aan botsing zijn afgeremd en met welke snelheid ze tegen elkaar zijn gebotst.
- Daarna is met behulp van een impulsberekening een indicatie bepaald voor de totale snelheidsverandering die de treinen door de botsing hebben ondergaan.
- Tot slot is met behulp van een computersimulatie geanalyseerd hoe het bewegingsverloop per rijtuig zal zijn geweest.

### Interpretatie schadebeelden

Uit de schadebeelden is afgeleid welke relatieve bewegingen zich tijdens de botsing hebben voorgedaan tussen de beide treinfronten en de rijtuigen onderling. Daartoe zijn de vervormingen aan de beide treinfronten met behulp van een 3D-laserscan vastgelegd (zie onderstaande afbeelding). Daarnaast zijn de belangrijkste vervormingen van de rijtuigen handmatig opgemeten.



Figuur 1: Laserscanafbeeldingen van de schade aan de treinen

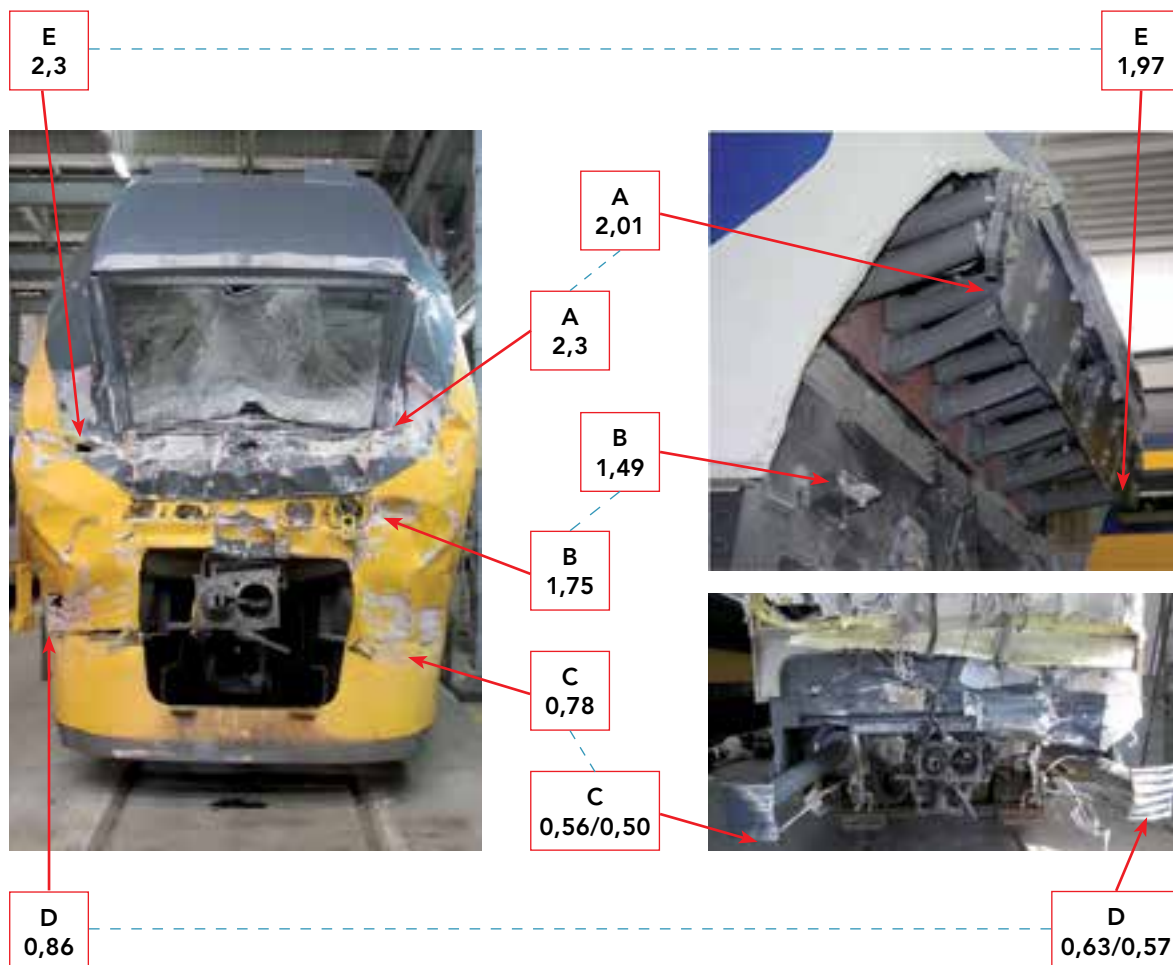
### Opklimmen sprinter ten opzichte van intercity

In het front van de intercity zijn beschadigingen ontstaan door onderdelen van de sprinter. Door de hoogte van de beschadiging te vergelijken met de hoogte van de onderdelen van de sprinter, blijkt dat tijdens de botsing het front van de sprinter over een afstand van ongeveer 25 tot 30 centimeter is opgeklimmen ten opzichte van de intercity. In figuur 2 zijn de belangrijkste hoogtewaarden aangegeven.

Van de volgende onderdelen op de voorzijde van de sprinter heeft de Onderzoeksraad bepaald op welke hoogte deze op de intercity zijn afgetekend:

- de onderkant van de plaat die voor op de bovenste crash-absorbers is gemonteerd (A en E);
- de onderkant van de antiklimplaten die voor op de onderste crash-absorbers zijn gemonteerd (C en D);
- (het midden van) een connector (B).

De genoemde hoogtewaarden zijn gemeten vanaf de bovenkant van de spoorstaven en uitgedrukt in meters.



Figuur 2: Vergelijking van hoogtes van onderdelen op de sprinter en de intercity. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.

Ter illustratie van het hoogteverschil toont onderstaande foto de beide treinfronten terwijl de treinen zich nog in hun eindpositie bevonden.



*Figuur 3: Schades aan de sprinter en de intercity op de botsingslocatie. Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

#### *Onderlinge botsingen intercityrijtuigen*

Uit de schade die aan de uiteinden van de intercityrijtuigen is ontstaan, blijkt dat die rijtuigen – na het bezwijken van de tussenkoppelingen – onderling met elkaar in botsing zijn gekomen. Figuur 4 toont welke schade daardoor aan uiteinden van de rijtuigen is ontstaan. Alle zes rijtuigen van de intercity vertoonden een dergelijke schadebeeld.



*Figuur 4: Schade aan de rijtuigen van de intercity. Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*

#### **Analyse blackboxgegevens**

Beide treinen waren uitgerust met automatische ritregistratie (ARR). Met die apparatuur worden bepaalde grootheden met tussenpozen van ongeveer één seconde geregistreerd. Daarbij gaat het onder andere om zaken als de stand van bedieningsorganen (waaronder de tractie- of remhendel), de ATB-code die de trein vanuit de sporen ontvangt en de snelheid van de trein. Omdat bepaalde gegevens, waaronder de ATB-codes, ook geregistreerd zijn in het verkeersleidingssysteem, was het mogelijk de ARR-bestanden van de beide treinen te synchroniseren.

Uit de ARR-registraties blijkt dat bij nadering van de ongevalplaats de snelheid van de intercity ongeveer 54 km/uur en die van de sprinter ongeveer 43 km/uur bedroeg. Uit die registraties blijkt verder dat bij beide treinen de machinist in laatste instantie een krachtige remming heeft ingezet; de duur van die remming bedroeg bij de intercity ongeveer 8 seconden en bij de sprinter ongeveer 4 seconden.

Uit de ARR-registraties kon niet nauwkeurig worden afgeleid hoe groot de snelheid van de trein nog was op het moment dat de feitelijke botsing begon. Dat heeft onder meer te maken met het feit dat de registratie van het snelheidsverloop enigszins na-ijlt ten opzichte van de werkelijke snelheid, terwijl de tijdsduur van die periode niet precies achterhaald kan worden. Om toch een indicatie voor de botssnelheden te kunnen bepalen, is op grond van technische overwegingen bepaald hoe lang de bewuste periode waarschijnlijk minimaal en maximaal kan hebben geduurd en welke snelheidsafname de treinen tijdens die periode ondergingen (eveneens minimaal/maximaal).<sup>191</sup> Zodoende kon uit het geregistreerde snelheidsverloop worden afgeleid, dat bij het begin van de botsing de snelheid van de intercity waarschijnlijk tussen 22 en 34 km/uur heeft gelegen en die van de sprinter waarschijnlijk tussen 16 en 24 km/uur. Met andere woorden: het totale snelheidsverschil waarmee de treinen tegen elkaar botsten, was waarschijnlijk tussen 38 en 58 km/uur.

### Impulsberekening

De ARR-systemen zijn niet geschikt om tijdens een botsing het snelheidsverloop nauwkeurig te registreren. In onderhavig geval bleek het zelfs niet mogelijk om uit de ARR-gegevens af te leiden hoe groot de snelheid van de treinen direct na de botsing was. Met behulp van de botsingsmechanica kon echter wel een indicatie worden bepaald voor de snelheidsverandering die de treinen door de botsingen hebben ondergaan.

$$S_1 = -S_2 = (1+k) \cdot \frac{m_2 \cdot m_1}{m_1+m_2} \cdot v_r \quad [1] \text{ en } \Delta v = \frac{S}{m} \quad [2]$$

Volgens de impulswet (zie vergelijking 1) is de stoot ( $S_1$  c.q.  $S_2$ ) die de treinen tijdens de botsing wederzijds op elkaar uitoefenden, afhankelijk van de grootte van respectievelijk de massa's ( $m_1$  en  $m_2$ ) van de treinen en hun onderlinge verhouding, het relatieve snelheidsverschil ( $v_r$ ) tussen de treinen en de elasticiteitsgraad ( $k$ ) van de botsing. De elasticiteitsgraad ( $k$ ) geeft aan welk deel van de vervormingen die tijdens de eerste fase van de botsing ontstaan plastisch (dus blijvend) is of elastisch is en tijdens de tweede botsingsfase terugveert. De stoot ( $S$ ) bepaalt op zijn beurt (zie vergelijking 2) de snelheidsveranderingen ( $\Delta v$ ) die de treinen door de botsing krijgen.

<sup>191</sup> Op grond van de beschikbare informatie is gesteld dat bij beide treinen de remvertraging voorafgaande aan de botsing tussen 1,0 en 1,5 m/s<sup>2</sup> bedroeg. Wat betreft de na-ijling van de snelheidsregistratie is, op grond van wat bekend is over de technische uitvoering van beide ARR-systemen, bij de sprinter 1,0 tot 1,5 seconde aangehouden en bij de intercity 1,75 tot 3 seconden.



Bij de berekeningen is voor de massa van de intercity 350 ton en die van de sprinter 175 ton gehanteerd; voor de elasticiteitsgraad is rekening gehouden met waarden tussen 5 en 15 procent. Uitgaande van die waarden en de eerdergenoemde botsingsnelheden volgt uit de impulsberekening, dat door de botsing waarschijnlijk de intercity een snelheidsverandering van 12 tot 22 km/uur heeft ondergaan en de sprinter een snelheidsverandering van 25 tot 43 km/uur. Dit betekent dat door de botsing de sprinter een ongeveer twee keer zo grote snelheidsverandering heeft ondergaan als de intercity (respectievelijk ongeveer  $34 \pm 9$  km/uur en  $17 \pm 5$  km). Verder kan worden geconstateerd dat direct na de botsing de intercity nog een voorwaartse snelheid van ongeveer  $10 \pm 1$  km/uur had, terwijl de sprinter toen met een snelheid van  $15 \pm 5$  km/uur achteruit bewoog.

### **Computersimulatie**

De impulsberekening is alleen geschikt om de totale snelheidsverandering van de treinen te berekenen, omdat daarbij de treinen als 'één geheel' worden behandeld. In werkelijkheid bestonden de treinen echter uit meerdere onderling gekoppelde rijtuigen, die tijdens de botsing ten opzichte van elkaar konden bewegen. Als gevolg daarvan kon de abruptheid van de snelheidsverandering (de vertraging) per rijtuig verschillen. Uit het schadebeeld blijkt dat daarvan daadwerkelijk sprake is geweest, waarschijnlijk met name aan de zijde van de intercity. Zoals eerder is beschreven, zijn namelijk bij de intercity de koppelingen tussen de rijtuigen bezwaken en zijn vervolgens de rijtuigen onderling met elkaar in botsing gekomen. Om te kunnen beoordelen welke invloed dat kan hebben gehad op de mechanische belastingen waaraan de inzittenden zijn blootgesteld, is het bewegingsverloop van de rijtuigen nader geanalyseerd met behulp van een computersimulatie. De berekeningen zijn op verzoek van de Onderzoeksraad uitgevoerd door TNO Automotive Safety Solutions (TASS) en daarbij is gebruikgemaakt van het simulatieprogramma Madymo<sup>192, 193</sup>. De computersimulatie is beschreven in een afzonderlijke rapportage. Hieronder volgt een beknopte samenvatting van respectievelijk de gehanteerde modellen/uitgangspunten en het berekeningsresultaat.

#### *Modellen/uitgangspunten*

In het mathematisch model voor de treinen zijn de rijtuigen als afzonderlijke voertuigen behandeld en zijn per rijtuig de draaistellen als aparte lichamen gemodelleerd. In het rijtuigmodel zijn verder deformeerbare zones opgenomen ter plaatse van respectievelijk de treinfronten, de koppelingen tussen de rijtuigen en de plaatsen waar bij de intercity-rijtuigen wezenlijk vervormingen waren ontstaan. Wat betreft de stijfheid van de deformeerbare zones zijn zodanige waarden gehanteerd, dat de berekende modelvervormingen zo goed mogelijk overeenkomen met de in werkelijkheid aan de rijtuigen opgetreden vervormingen.

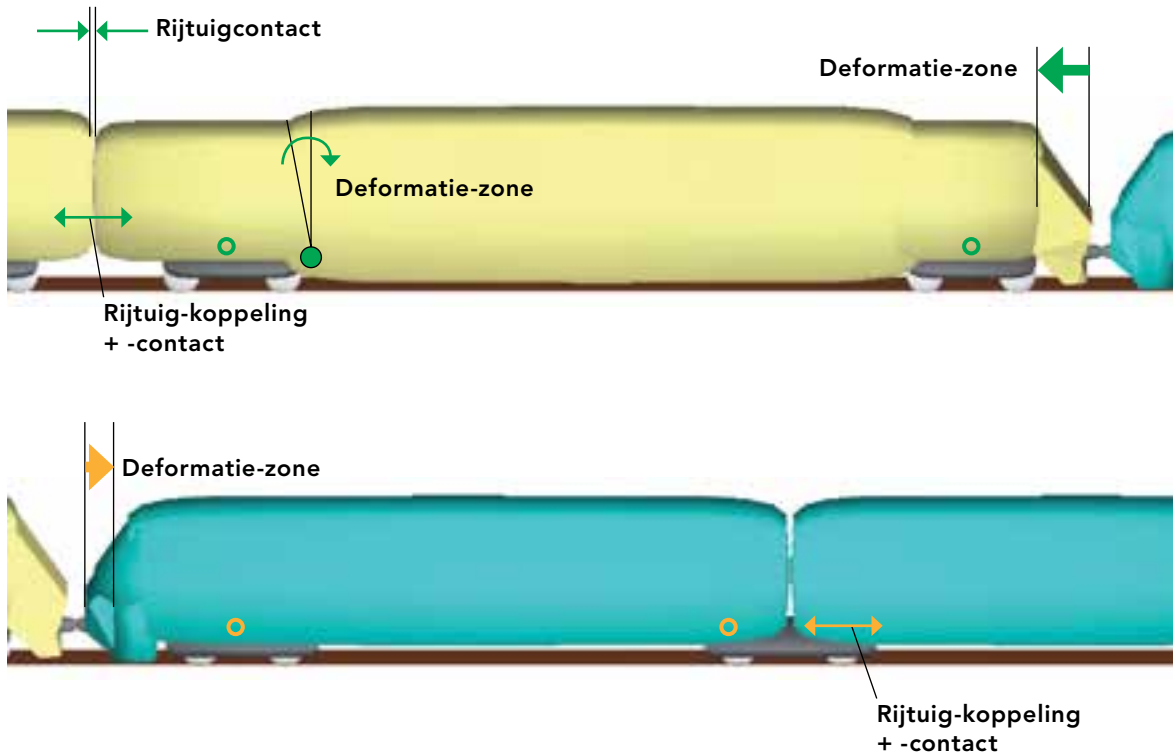
---

<sup>192</sup> Madymo is de wereldwijde standaardsoftware de veiligheid van inzittenden van voertuigen te analyseren en optimaliseren.

<sup>193</sup> Dit rapport is als digitale bijlage bij dit rapport beschikbaar op de website [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)

Wat betreft het tracé is ervan uitgegaan dat het bewuste spoorgedeelte recht en horizontaal loopt. Verder is ervan uitgegaan dat, ten tijde van het begin van de botsing, de intercity 28 km/uur reed en de sprinter 20 km/uur (oftewel dat de botsingsnelheid 48 km/uur bedroeg). De simulatie is uitgevoerd over een periode van 1000 milliseconden, startend bij het begin van de botsing.

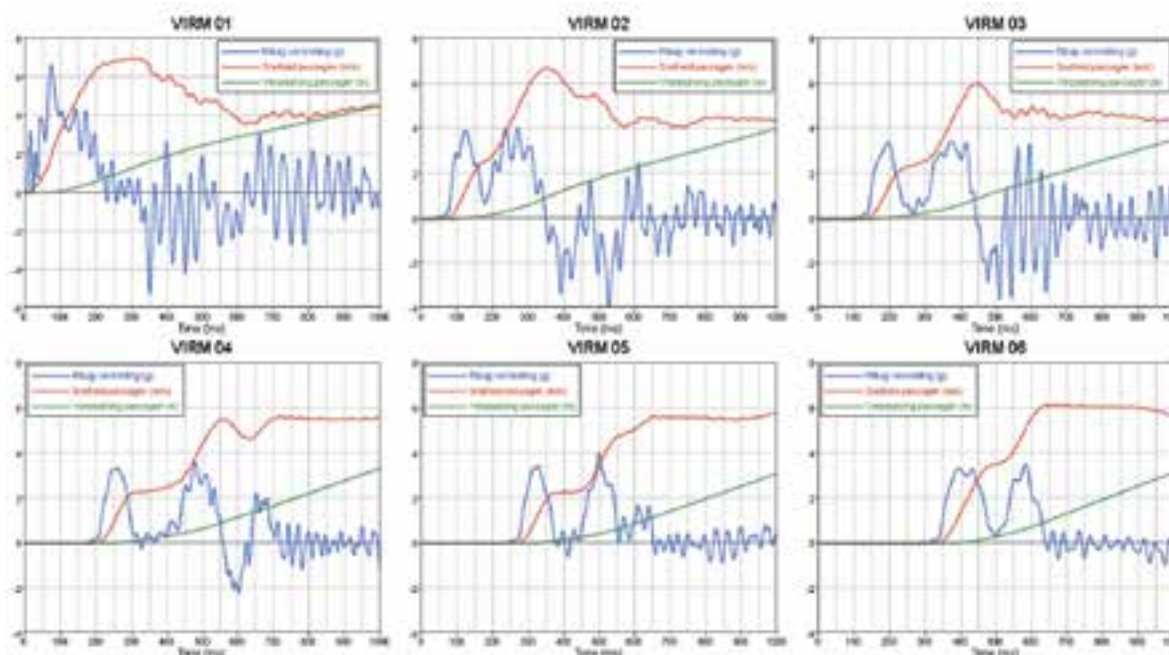
Figuur 5 toont de gehanteerde rijtuigmodellen (de bovenste betreft de intercity, de onderste de sprinter).



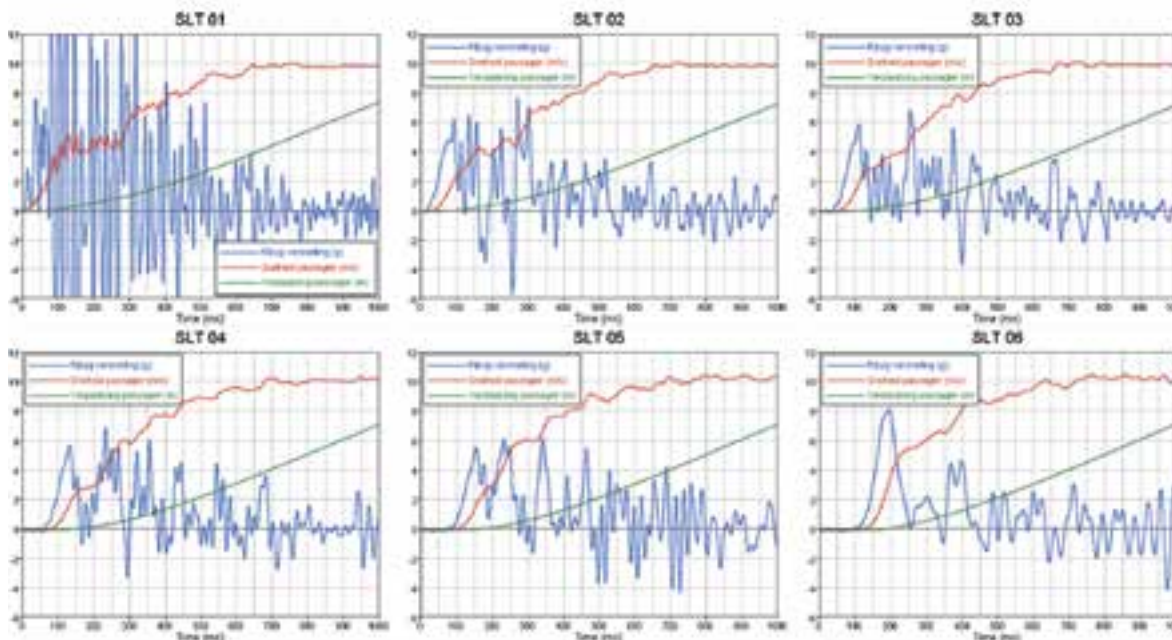
Figuur 5: Gehanteerde rijtuigmodellen.

## Simulatiere resultaten

Het resultaat van de simulatie, nader beschreven in het eerder genoemde rapport van TNO-TASS, is hieronder samengevat in grafiekvorm.



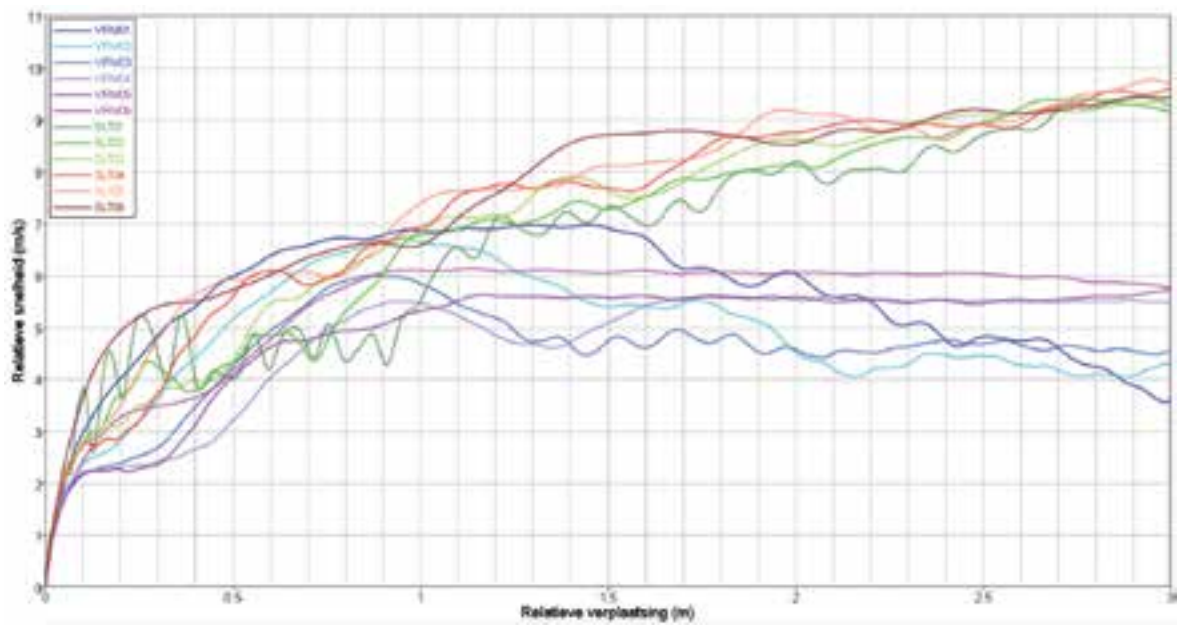
Figuur 6: Het bewegingsverloop van de zes rijtuigen van de intercity.



Figuur 7: Het bewegingsverloop van de zes rijtuigen van de sprinter.

Figuur 8 toont welke snelheid de inzittende ten opzichte van de trein kon ontwikkelen tijdens de botsing, afhankelijk van de afstand waarover de inzittende zich binnen de trein vrij kon verplaatsen.





Figuur 8: Het bewegingsverloop per rijtuig van een (niet-gefixeerde) virtuele inzittende.

## BIJLAGE 10: GERAADPLEEGDE LITERATUUR

---

Arbeidsomstandighedenbesluit (1997) Besluit van 15 januari 1997, houdende regels in het belang van de veiligheid, de gezondheid en het welzijn in verband met de arbeid.

Arbeidsomstandighedenwet (1998) Wet van 18 maart 1999, houdende bepalingen ter verbetering van de arbeidsomstandigheden.

Besluit spoorverkeer (2004) Besluit van 3 december 2004, houdende regels met betrekking tot het veilig en ongestoord gebruik van hoofdspoorwegen.

Besluit spoorwegpersoneel. (2004) Besluit van 3 december 2004, houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot de bekwaamheid en geschiktheid van spoorwegpersoneel.

Besluit spoorwegpersoneel (2011), houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot de bekwaamheid en geschiktheid van spoorwegpersoneel met een veiligheidsfunctie Brünger, O. (1995), *Konzeption einer Rechnerunterstützung für die Feinkonstruktion von Eisenbahnfahrplänen*, Dissertation, Veröffentlichungen des Verkehrswissenschaftlichen Institutes der RWTH Aachen, Heft 51.

Davis Associates Ltd (DA) (2008) Management of on-train crowding. Report prepared for the Rail Safety and Standards Board Ltd (RSSB); Safeinteriors, 2010 .

Derde kadernota railveiligheid, Tweede Kamer, vergaderjaar 2010-2011, 29893, nr. 106.

Deutsche Bahn (2010), *Die Dirigenten des Fahrplans*, Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2 oktober 2010.

EN 15227:2008 (2008) Railway applications - Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies.

ERRI-rapport B 205/RP1 European Rail Research Institute.

Gert Heister (2006), *Eisenbahnbetriebstechnologie*, Bahn Fachverlag.

Happel, O. (1959), Sperrzeitentreppe als Grundlage für die Fahrplankonstruktion, *Eisenbahntechnische Rundschau* 8(2): pp. 79-90.

Improving the design of seats and tables, and evaluating restraints to minimise passenger injuries - Review of Two-Point Passenger Restraints. *Standard GM/RT2100: Requirements for Rail Vehicle Structures* (including interior crashworthiness).

Inspectie Leefomgeving en Transport (2012), *Frontale botsing tussen twee reizigerstreinen op het emplacement Amsterdam Singelgracht, 22 september 2012.*

ISO 31000:2009 NL, *Risicomanagement.*

Ministerie van infrastructuur en Milieu, *Veilig vervoeren, veilig werken, veilig leven met spoor. Derde kadernota railveiligheid*, juni 2010 (Tweede Kamer, vergaderjaar 2009-2010, 29 893, nr. 106).

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2005) *Beheerconcessie hoofdspoorweginfrastructuur*, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Veiligheid op de rails. Tweede kadernota railveiligheid*, november 2004 (Tweede Kamer, vergaderjaar 2004-2005, 29 893.nrs. 1 en 2).

NATO (2007) *Test Methodology for Protection of Vehicle Occupants against Anti-Vehicular Landmine Effects. Chapter 3 – Injury criteria and tolerance levels, 3.1 Injury biomechanics.* NATO/OTA RTO-TR-HFM-090.

NEN-EN 12663-1 (2010) *Railtoepassingen - Eisen aan de constructie van de opbouw van railvoertuigen - Deel 1: Locomotieven en personenvoertuigen (en een alternatieve methode voor goederenwagens) .*

Nota toelatingseisen bakconstructie (TC/96/R/33 van NS Materieel Engineering).

Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Botsing tussen twee goederentreinen en een passagierstrein*, Barendrecht, 24 september 2009.

ProRail, *Verbeterplan stoptonendseinpasseage*, 3 mei 2012, Bijlage bij Kamerstuk 29893, nr. 133.

ProRail (2012), *Treinbotsing Singelgracht Amsterdam 21 april 2011.*

Raad voor de Transportveiligheid (1999), *Botsing tussen twee reizigerstreinen in Dordrecht op 28 november*, Den Haag.

Regeling hoofdspoorweginfrastructuur. Regeling houdende vaststelling van eisen ten aanzien van inrichting, uitrusting en technische eigenschappen van de hoofdspoorweginfrastructuur en het onderhoud daarvan.

Regeling houdende bepalingen ter uitvoering van bij en krachtens de Arbeidsomstandighedenwet en enige andere wetten gestelde regels.

Regeling indienststelling spoorvoertuigen(2012), houdende vaststelling van regels met betrekking tot de indienststelling van spoorvoertuigen op hoofdspoorweginfrastructuur.

Regeling keuring spoorvoertuigen. Regeling houdende goedkeuringseisen en compatibiliteitseisen spoorvoertuigen alsook erkenningseisen voor onderhoudsbedrijven spoorvoertuigen.

Regeling spoorverkeer. Regeling ter uitvoering van de artikelen 1, onderdeel e, 2, 9, 20, 26 en 38 van het Besluit spoorverkeer.

Regeling spoorwegpersoneel (2011), Staatscourant, 25 oktober 2011  
Regeling veiligheidsattest hoofdspoorwegen. Regeling houdende eisen betreffende de beoordeling en de afgifte van het veiligheidsattest.

Richtlijn 2001/14/EG (2001) Richtlijn 2001/14/EG van het Europees Parlement en de Raad van 26 februari 2001 inzake de toewijzing van spoorweginfrastructuurcapaciteit en de heffing van rechten voor het gebruik van spoorweginfrastructuur alsmede inzake veiligheids certificering.

Richtlijn 2001/16/EG (2001) Richtlijn van het Europees Parlement en de Raad van 19 maart 2001 betreffende de interoperabiliteit van het conventionele trans-Europese spoorwegsysteem.

Richtlijn 2004/49/EG (2004) inzake de veiligheid op de communautaire spoorwegen en tot wijziging van Richtlijn 95/18/EG van de Raad betreffende de verlening van vergunningen aan spoorwegondernemingen, en van Richtlijn 2001/14/EG van de Raad inzake de toewijzing van spoorweginfrastructuurcapaciteit en de heffing van rechten voor het gebruik van spoorweginfrastructuur alsmede inzake veiligheids certificering.

Richtlijn 96/48/EG van de Raad van betreffende de interoperabiliteit van het trans-europees hoge-snelheidsspoorwegsysteem, 23 juli 1996.

RSSB (2005) Research programme Engineering. Improving the design of seats and tables, and evaluating restraints to minimise passenger injuries - Review of Two-Point Passenger Restraints. Rail Safety and Standards Board.

RSSB (2007) Research programme Engineering. Assessment of Threepoint Passenger Restraints (seatbelts) Fitted to Seats on Rail Vehicles. Rail Safety and Standards Board.

Safeinteriors (2010) Train Interior Passive Safety for Europe – Publishable Final Activity Report. Specific Target Research Project (STREP). FP6-031-260.

Shanahan D.F. (2004), *Human Tolerance and Crash Survivability*. NATO/OTAN, RTO-EN-HFM-113.

Spoorwegwet (2003) Wet van 23 april 2003, houdende nieuwe algemene regels over de aanleg, het beheer, de toegankelijkheid en het gebruik van spoorwegen alsmede over het verkeer over spoorwegen (*Spoorwegwet*).

Save (2010) Onafhankelijk onderzoek STS-problematiek.

Standard GM/RT2100: Requirements for Rail Vehicle Structures (including interior crashworthiness).

Train Interior Passive Safety for Europe – Publishable Final Activity Report. Specific Target Research Project (STREP). FP6-031-260.

Tweede Kamer, vergaderjaar 2011–2012, 32 707, nr. 9, Parlementair onderzoek onderhoud en innovatie spoor.

UIC- fiche 564-1. Coaches - Windows made from safety glass. International Union of Railways.

UIC-fiche 566. Ed. 3 (1990) Loadings Of Coach Bodies And Their Components. International Union of Railways.

Wet personenvervoer 2000 en Vervoerconcessie voor het hoofdrailnet 2005-2015, hoofdstuk II, artikel 6.

**Bezoekadres**

Anna van Saksenlaan 50  
2593 HT Den Haag  
T 070 333 70 00  
F 070 333 70 77

**Postadres**

Postbus 95404  
2509 CK Den Haag

[www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)