

**Ontsporing Amsterdam Centraal
15 augustus 2005**

Den Haag, december 2007 (projectnummer M2005RV0815-04)

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.
Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad
www.onderzoeksraad.nl

DE ONDERZOEKSRaad VOOR VEILIGHEID

De Onderzoeksraad voor Veiligheid is ingesteld met als taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken zijn van individuele of categorieën voorvallen in alle sectoren. Het doel van een dergelijk onderzoek is uitsluitend toekomstige ongevallen of incidenten te voorkomen en indien de uitkomsten van één en ander daartoe aanleiding geven, daaraan aanbevelingen te verbinden. De organisatie bestaat uit een Raad met vijf vaste leden en kent daarnaast een aantal vaste commissies. Voor specifieke onderzoeken worden speciale begeleidingscommissies in het leven geroepen. De Onderzoeksraad wordt ondersteund door een bureau waar onderzoekers, secretaris-rapporteurs en een ondersteunende staf deel van uitmaken.

Voorzitter:	Onderzoeksraad prof. mr. Pieter van Vollenhoven mr. J.A. Hulsenbek mw. A. van den Berg prof. dr. ing. F.J.H. Mertens dr. ir. J.P. Visser	Voorzitter:	Commissie Railverkeer mr. J.A. Hulsenbek dr. ir. J.P. Visser mr. F.G. Bauduin ir. L.H. Haring drs. R.W.M. van den Heuvel ir. J.F.M. Kitzen prof. Ir. D.P. Rookmaaker drs. F.R. Smeding drs. W.A. Vriesendorp
Algemeen secretaris:	Mw. mr. M. Visser		Begeleidingscommissie ir. L.H. Haring drs. R.W.M. van den Heuvel ir. J.F.M. Kitzen
Projectleider:	drs. T.J. van den Berg		
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		

INHOUD

Beschouwing	5
Lijst van afkortingen	9
1 Inleiding	11
1.1 Het voorval	11
1.2 Het onderzoek door de Onderzoeksraad	11
1.3 Leeswijzer	12
2 De toedracht	13
3 Beoordelingskader	17
3.1 Nederlandse wetgeving	17
3.2 Normen en richtlijnen	18
3.3 Beoordelingskader veiligheidsmanagement	18
4 Betrokken partijen	21
5 Analyse	23
5.1 Algemeen	23
5.2 Feitelijke ligging van het spoor	23
5.2.1 Evaluatie	24
5.3 Analyse directe oorzaak: Simulaties	25
5.3.1 Algemeen	25
5.3.2 Bevindingen	25
5.3.3 Evaluatie	27
5.4 Toelating	28
5.4.1 Toelatingsprocedure	28
5.4.2 Evaluatie	29
5.5 Na de ontsporing genomen maatregelen	32
6 Conclusies	33
7 Aanbevelingen	37
Bijlage 1 Onderzoeksverantwoording	39
Bijlage 2 Tussentijds bericht aan ProRail en NS Reizigers	43
Bijlage 3 Beoordelingskader Onderzoeksraad	45
Bijlage 4 Feitelijk verslag lay-out infrastructuur	47
Bijlage 5 Feitelijk verslag simulatie-onderzoek	49
Bijlage 6 Feitelijk verslag toelatingsprocedure	53

BESCHOUWING

Drie ontsporingen

Op maandag 15 augustus 2005 ontspoorde op het westelijke emplacement van station Amsterdam Centraal de intercity richting Haarlem. Er vielen geen gewonden, maar de materiele schade was groot. Deze ontsporing was de derde ontsporing in korte tijd op hetzelfde emplacement; op 6 juni 2005 ontspoorde namelijk al een geladen grindtrein en op 10 juni een lege kolentrein. Het feit dat op een emplacement kort na elkaar drie ontsporingen plaatsvonden was voor de Raad aanleiding een onderzoek te starten. Een belangrijke vraag daarbij was in hoeverre het emplacement zelf als (mede-) oorzaak voor de drie ontsporingen moest worden aangemerkt. Op grond van het onderzoek kan de conclusie worden getrokken, dat er geen zodanige tekortkomingen aan de infrastructuur ter plaatse zijn gevonden dat deze als gemeenschappelijke oorzaak voor de drie ontsporingen kunnen worden aangemerkt.

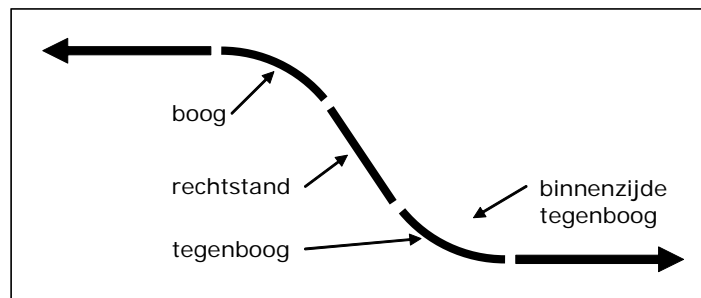
Directe oorzaak derde ontsporing ingewikkeld

Over de eerste twee ontsporingen heeft de Raad november vorig jaar een rapport gepubliceerd. De directe oorzaak voor de eerste ontsporing bleek een losse wielband te zijn; de tweede ontsporing bleek te zijn veroorzaakt door fouten bij de herstelwerkzaamheden na de eerste ontsporing, met als gevolg dat een wissel niet goed functioneerde.

Het onderzoek naar de ontsporing van 15 augustus 2005 duurde echter langer omdat de oorzaak van die ontsporing zeer complex bleek te zijn. Er heeft een veelheid aan factoren een rol gespeeld waarbij er niet één als de doorslaggevende factor kon worden aangemerkt.

Het achterste draaistel van het rijtuig vóór de duwende locomotief is als eerste ontspoord naar de binnenzijde van de boog. Maar waarom het rijtuig daar en op die manier is ontspoord, was niet meer helemaal vast te stellen. Na uitgebreid onderzoek stelt de Raad vast dat er niet één oorzaak is aan te wijzen die op zichzelf de ontsporing kan verklaren. Er is sprake geweest van een combinatie van de volgende factoren:

- lay-out van de infrastructuur (krappe boog, korte rechtstand, krappe tegenboog),
- grote duwkracht,
- lengte van de trein,
- snelheid



De vraag die zich hierbij opwerpt is in hoeverre hiermee de oorzaak van de ontsporing is vastgesteld. Het antwoord is ja en nee. Ja, omdat uit simulaties blijkt dat de genoemde factoren bij elkaar tot een piek in de krachtniveaus leiden die dicht tegen ontsporingsgrenzen aanliggen, precies op de plaats waar de trein ook daadwerkelijk is ontspoord. Met de genoemde factoren is daarmee verreweg het belangrijkste deel van de ontsporing verklaard. Nee, omdat niet de exacte invloed van elke factor afzonderlijk vastgesteld kon worden. Ook kan niet worden uitgesloten dat er nog een factor is geweest, bovenop de al genoemde factoren. Achteraf heeft de Raad zo goed mogelijk alle opties voor andere factoren afgewogen. De aandacht kwam daarbij op een gegeven moment te liggen op de buffers. Een direct verband tussen de gevonden gebreken en de *oorzaak* van de ontsporing heeft de Raad echter niet kunnen aantonen.

In de uitgevoerde simulaties ontspoord de trein net niet. Hiervoor zijn twee verklaringen mogelijk. Óf de beperkingen van een simulatie zorgen ervoor dat in de simulatie de trein met de gegeven factoren net niet ontspoord, maar in praktijk wel. Óf er zijn factoren geweest die niet zijn opgemerkt en daarom niet zijn meegenomen in de simulatie, maar die toch van invloed zijn geweest. De laatstgenoemde verklaring acht de Raad weinig aannemelijk. De meeste denkbare factoren konden worden uitgesloten. Alleen mogelijk falen aan het duw- en trekwerk (o.a. buffers) tussen rijtuigen kan niet worden uitgesloten. Echter, als het falen van buffers wordt meegenomen in de simulaties, geeft dit geen substantieel effect op de ontsporingveiligheid te zien. De eerstgenoemde verklaring acht de Raad meer aannemelijk. Simulaties zijn per definitie een vereenvoudiging van de werkelijkheid. En van de voor spoortoepassing beschikbare simulatiemodellen is niet precies duidelijk wat grenzen van de toepasbaarheid van het model zijn en betrouwbaar de uitkomsten zijn.

Op basis van de vastgestelde feiten en de daarop gebaseerde simulaties komt de Raad tot de conclusie dat de combinatie van de genoemde factoren de ontsporing kan verklaren. Al heeft de

Raad niet kunnen vaststellen of alle factoren hiermee volledig in kaart zijn gebracht, wel heeft de Raad vastgesteld dat de combinatie van de (krappe) infrastructuur, de (lange geduwde) trein en de duwkracht en snelheid van de trein tezamen voor een risicovolle situatie zorgen. Enigszins gechargeerd zou het zo gezegd kunnen worden: de gevaarlijkste trein reed over het gevaarlijkste stuk spoor. Hoewel het een vrij unieke combinatie van factoren is geweest, is het voorstelbaar dat eenzelfde combinatie van factoren zich nog een keer voordoet. Daarom heeft de Raad in een tussentijds bericht (november 2006) NSR en ProRail geadviseerd maatregelen te nemen om uit te sluiten dat dit type trein nog een keer over een vergelijkbaar stuk spoor rijdt. NSR en ProRail hebben inmiddels laten weten (oktober 2007) maatregelen te hebben genomen om herhaling te voorkomen.

Meerwaarde rapport

De Raad heeft zich afgevraagd in hoeverre de belangrijkste les van de ontsporing hiermee is geleerd. De Raad is van mening dat het onderzoek nog voldoende lering in zich heeft om een rapport, ook ruim twee jaar na de ontsporing, te rechtvaardigen. Deze lering heeft vooral betrekking op toelating van de geduwde trein. Op basis van simulatieresultaten die dicht tegen ontsporingsgrenzen aanzitten, concludeerden NS Reizigers en de andere betrokken partijen dat inzet van de trein veilig was. De ontsporing heeft laten zien dat dit niet het geval was. De Raad heeft geconstateerd dat simulatiemodellen voor ontsporingveiligheid nog onvoldoende zijn gevalideerd om er bij dit soort omstandigheden volledig op te kunnen vertrouwen.

Naast deze meer technisch-inhoudelijke conclusies heeft de Raad, terugkijkend naar de ontsporing en het onderzoek, de behoefte om in te gaan op de verantwoordelijkheden van de betrokken partijen. De Raad heeft geconstateerd dat de betrokken partijen niet op de juiste wijze invulling gaven aan de eigen verantwoordelijkheid voor veiligheid en dat niet altijd duidelijk was hoe deze verantwoordelijkheden zich tot elkaar verhielden. De Raad is, mede vanwege ervaringen uit andere onderzoeken, van oordeel dat een juiste afstemming en invulling van verantwoordelijkheden essentieel is voor de veiligheid. De Raad wil het volgende opmerken over de verantwoordelijkheden van de betrokken partijen.

NS Reizigers

NS Reizigers is verantwoordelijk voor de veiligheid van passagiers en daarmee voor het onderzoek naar de veiligheid van nieuwe of gewijzigde treinen. NSR heeft zijn verantwoordelijkheid genomen door onderzoek te laten uitvoeren naar de veilige inzetbaarheid van deze trein. Daarbij is advies gevraagd aan de infrabeheerder, ProRail. Deze gang van zaken past in de veiligheidsfilosofie die de Raad hanteert.

NSR heeft de conclusie dat de trein veilig inzetbaar is, gebaseerd op simulatieresultaten. In de simulatie is niet van de actuele situatie van het spoor uitgegaan. Maar ook met een gunstiger spoorontwerp komen de simulatieresultaten dicht tegen de geldende limieten aan. De Raad betreurt het dat dit voor NSR geen aanleiding is geweest om middels uitgebreidere praktijkproeven te verifiëren of in een ongunstige samenloop van omstandigheden de trein ook daadwerkelijk niet zal ontsporen. Temeer daar vanuit Zwitserland is gewaarschuwd voor de risico's en is aangeraden om voldoende praktijktesten uit te voeren alvorens te gaan rijden met lange geduwde treinen. De Raad is van mening dat NSR vanuit haar eindverantwoordelijkheid voor de veiligheid van passagiers in de toekomst kritischer met simulatieresultaten dient om te gaan.

De verantwoordelijkheid van NS Reizigers gaat naar het oordeel van de Raad ook zover dat NSR ProRail moet aanspreken op de gegevens die de infrabeheerder aanlevert ten behoeve van het toelatingsonderzoek. In dit geval heeft NSR vrij klakkeloos geaccepteerd dat ProRail gunstiger informatie over het spoor aanleverde dan de actuele situatie. Zeker waar het ging om het type wissel wist NSR dat er in het spoor minder gunstige typen aanwezig zijn dan het type dat ProRail aandroeg. In zekere zin mag NSR vertrouwen op de juistheid van de informatie die ProRail aanlevert. Maar wanneer NSR vanuit haar eigen expertise en ervaring (o.a. van machinisten) weet of vermoedt dat de situatie minder gunstig is dan ProRail aangeeft, dient NSR ProRail hier op aan te spreken.

ProRail

ProRail is verantwoordelijk voor de veiligheid van de infrastructuur. Het zorgvuldig aandragen van de actuele situatie van de infrastructuur hoort daar in de ogen van de Raad zeker bij. Dat is niet gebeurd. De Raad heeft zelfs moeten constateren dat ProRail onvoldoende kennis heeft over hoe de rail er daadwerkelijk bijligt. ProRail beschikte niet over exacte maten van de boogstraal van de tegenboog en de lengte van de rechtstand. Ook informatie over de andere locaties waar krappe bogen en (te) korte rechtstanden voorkomen, kon ProRail niet tijdig leveren. Gezien het belang van

juiste informatie over de infrastructuur is dit een zorgelijke situatie. De Raad heeft in een eerder rapport (Ontsporing goederentrein bij Apeldoorn op 30 april 2003) ook geconstateerd dat informatie over de staat van de infrastructuur ontbrak. In 2006 heeft de Inspectie VenW hetzelfde geconstateerd bij een inspectie van het veiligheidsmanagementsysteem van ProRail en aan ProRail opgedragen dat tekortkomingen op dit punt voor 1 januari 2007 opgelost dienden te zijn. De Raad acht het de verantwoordelijkheid van de Inspectie Verkeer en Waterstaat om te verifiëren of dit ook daadwerkelijk is gebeurd.

Inspectie Verkeer en Waterstaat

Tenslotte wil de Raad nog ingaan op de rol van de Inspectie Verkeer en Waterstaat. De Inspectie heeft een uitspraak gedaan over de toelating van de trein als geheel, terwijl wettelijk alleen een toelating voor het stuurstandrijtuig¹ vereist was. De locomotief en de rijtuigen waren immers al toegelaten. Dat de Inspectie in dit geval pro-actief gehandeld heeft zou positief kunnen worden beoordeeld. Toch is de Raad een andere mening toegedaan. Dat de Inspectie aan het einde van het traject een eigen oordeel uitspreekt, heeft het gevaar in zich dat de verantwoordelijke partijen (primair NS Reizigers en secundair ProRail) bewust of onbewust een deel van hun verantwoordelijkheid afschuiven op de Inspectie. Dit heeft zich ook daadwerkelijk voorgedaan. NS Reizigers heeft in haar correspondentie met de Onderzoeksraad als weerwoord ook het argument gebruikt dat de Inspectie goedkeuring heeft gegeven en dat NSR er daarom vanuit mocht gaan dat de inzet van de trein ook daadwerkelijk veilig was. De Raad is van oordeel dat een vervoerder vanuit zijn eigen verantwoordelijkheid zelf moet vaststellen of de inzet van een trein veilig is of niet en zich achteraf niet mag beroepen op het oordeel van een Inspectie. Hier kan een vergelijking worden getrokken met de bouwsector. Ook daar heeft de Raad geconstateerd dat opdrachtgevers en uitvoerders soms niet zelf garant staan voor de veiligheid van het bouwwerk, maar daarvoor leunen op de afgegeven bouwvergunning. Een bouwvergunning is echter niet bedoeld als veiligheidsgarantie en ontslaat opdrachtgevers en uitvoerders nooit van hun eigen verantwoordelijkheid. Daarom is de Raad van mening dat een Inspectie zeer terughoudend dient te zijn met formele uitspraken wanneer dit niet wettelijk vereist is.

Ten slotte

Alles overziende is de Raad van mening dat, los van de technische lessen die al getrokken zijn, alle betrokken partijen in de toekomst kritischer moeten zijn bij de invulling van hun verantwoordelijkheden voor de veiligheid. Een vergelijkbare conclusie trok de Raad in het onderzoek naar het plooiën van het schip 'No Limit' in de sluisen van IJmuiden. Daar betrof het feitelijk een vaartuigconcept dat zover was veranderd in vergelijking met eerdere ontwerpen van vergelijkbare schepen dat er van een ander concept gesproken moest worden. De gebruikte onderzoeksmethoden waren afgestemd op traditioneel ontworpen schepen, maar bleken niet bruikbaar te zijn voor dit type schip. Bij een betere invulling van de eigen verantwoordelijkheid van betrokken partijen was dit opgemerkt en had het voorval voorkomen kunnen worden.

In alle transportsectoren is sprake van veranderingen zoals nieuwe voertuigconcepten (denk voor de spoorsector aan light-rail), nieuwe ontwerpvoorschriften die alleen gelden voor nieuwe situaties enz. Vervoerders hebben daarbij de primaire verantwoordelijkheid om ervoor te zorgen dat met name passagiers veilig worden vervoerd. Infrabeheerders hebben een eigen verantwoordelijkheid om de randvoorwaarden helder te maken die de infrastructuur aan te introduceren voertuigen stelt. Gedetailleerde kennis over de kwaliteit van de aanwezige infrastructuur is daarbij essentieel. En de Inspectie VenW zou naar het oordeel van de Raad in haar toezicht op de veiligheid er voor dienen te waken verantwoordelijkheden van vervoerders en andere partijen over te nemen. Wel dient de Inspectie zich in algemene zin een oordeel te vormen over wijze waarop vervoerders en notified bodies invulling geven aan hun verantwoordelijkheid voor toelating.

Voor alle partijen geldt dat na een ongeval ieder voor zich en met elkaar zo veel mogelijk moeten proberen de relevante lessen uit het ongeval te trekken. In dit geval gaven met name NS Reizigers en ProRail elkaar al de schuld zonder dat duidelijk was wat er precies gebeurd was. Daarom is er in eerste instantie te weinig geleerd van deze ontsporing. Inmiddels hebben de betrokken partijen er blijk van gegeven er meer van geleerd te hebben dan aanvankelijk het geval was. De Raad hoopt en verwacht met dit rapport bij te dragen aan een verdere verbetering van de wijze waarop partijen hun verantwoordelijkheid voor de veiligheid op het Nederlandse spoor invullen.

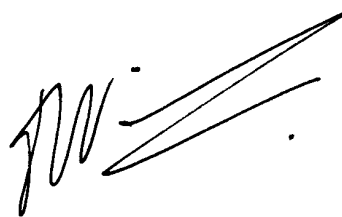
¹ Het voorste rijtuig van waaruit de machinist de trein bestuurd wanneer de locomotief de trein duwt.

AANBEVELINGEN

1. NS Reizigers wordt aanbevolen er voor zorg te dragen dat bij de introductie van een nieuwe of gewijzigde trein de evaluatie van de risico's wordt gebaseerd op de actuele situatie van het spoor en op wetenschappelijk verantwoorde praktijkproeven/metingen (en niet enkel op grond van niet of onvoldoende gevalideerde simulatieresultaten).
2. ProRail wordt aanbevolen om een landelijk overzicht te ontwikkelen van punten in het spoorwegnet die niet voldoen aan de vigerende ontwerpvoorschriften en transparante besluiten te nemen over hoe met deze afwijkingen zal worden omgegaan. Tevens dient ProRail ervoor te zorgen dat afwijkingen als actuele situatie van het spoor worden meegenomen in toelatingsonderzoeken. Expliciet dient daarbij aandacht gegeven te worden aan boogstralen en rechtstanden tussen bogen.
3. De Inspectie Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen formele uitspraken over specifieke toelatings achterwege te laten wanneer een uitspraak niet wettelijk vereist is. De Inspectie wordt aanbevolen zich wel een generiek oordeel te vormen over de wijze waarop vervoerders en notified bodies materieel toelaten en in het bijzonder over de deugdelijkheid van de daarbij gehanteerde uitgangspunten en onderzoeksmethodieken.



Prof. mr. Pieter van Vollenhoven
Voorzitter van de Onderzoeksraad



mr. M. Visser
Algemeen secretaris

LIJST VAN AFKORTINGEN

ARI	Automatische Rijweg Instelling
ARR	Automatische Rit Registratie
NSR	Nederlandse Spoorwegen Reizigers (NS Reizigers)
NTC	Nedtrain Consulting (dochterbedrijf NS Reizigers)
OVS	Ontwerpvoorschrift (ProRail-voorschrift voor de spoorwegbouw)
TEB	Manager Technisch-Economisch-Beheer (functie bij ProRail)
UIC	L'Union Internationale des chemins de fer (internationale vereniging van spoorbedrijven die o.a. branchenormen vaststelt)
VenW	Verkeer en Waterstaat
VGB	Verklaring van Geen Bezwaar
VMS	Veiligheidsmanagementsysteem

1 INLEIDING

1.1 HET VOORVAL

Op maandag 15 augustus 2005 ontspoorde op het westelijke emplacement van station Amsterdam Centraal de intercity richting Haarlem. Het was een geduwde trein. De locomotief, die twaalf rijtuigen duwde, werd bediend vanuit het voorste rijtuig². De duwende locomotief ging als gevolg van een ontsporing een ander spoor op dan de voorgaande rijtuigen van de trein. Het achterste rijtuig kwam daardoor dwars te staan tussen de locomotief en het voorgaande rijtuig (zie afbeelding 1). Er vielen geen slachtoffers onder de 200 passagiers (waarvan er 30 in het zwaar beschadigde rijtuig voor de locomotief zaten). Maar de schade was groot. De bovenleidingconstructie stortte over de gehele breedte van het westelijke emplacement van Amsterdam Centraal in.



Afbeelding 1. De locomotief komt op spoor 26 tot stilstand (hier gezien tegen rijrichting in). Het laatste rijtuig staat tussen twee sporen in (Bron: Inspectie VenW).

1.2 HET ONDERZOEK DOOR DE ONDERZOEKSRAAD

Deze ontsporing was de derde ontsporing in korte tijd op hetzelfde emplacement. Op 6 juni 2005 ontspoorde namelijk al een met grind geladen trein en op 10 juni een lege goederentrein. Het feit dat op dit emplacement drie ontsporingen kort na elkaar plaatsvonden wierp de vraag op in hoeverre het emplacement zelf als (mede-) oorzaak voor de drie ontsporingen moest worden aangemerkt. Om die reden besloot de Raad een onderzoek te starten.

Geen gemeenschappelijke oorzaak

Voor elk van de ontsporingen is onderzocht in hoeverre mogelijke tekortkomingen aan de infrastructuur van het emplacement aan de westzijde van Amsterdam Centraal aan de ontsporingen hebben bijgedragen. Het onderzoek naar de ontsporingen in juni wees niet in de richting van een gemeenschappelijke oorzaak en de eerste bevindingen na deze derde ontsporing boden ook weinig aanknopingspunten voor een gemeenschappelijke oorzaak.

² Een zogenaamd 'stuurstandrijtuig'

De conclusie die op basis hiervan getrokken kon worden is dat er geen zodanige tekortkomingen aan de infrastructuur ter plaatse zijn gevonden, dat deze als gemeenschappelijke oorzaak voor de drie ontsporingen konden worden aangemerkt³. Daarom is in het vervolgonderzoek de focus gelegd op de lessen die er van elke ontsporing afzonderlijk zouden kunnen worden geleerd.

Het onderzoek naar de ontsporingen op 6 en 10 juni was eerder afgerond dan het onderzoek naar de derde ontsporing. Daarom is besloten over deze ontsporingen afzonderlijk te publiceren. Het rapport hierover is op 30 november 2006 gepubliceerd.

Onderzoek naar derde ontsporing

Het onderzoek naar de ontsporing van 15 augustus 2005 duurde met name langer omdat het vaststellen van de directe oorzaak moeilijk en zeer complex was. Er bleek een veelheid aan factoren een rol te hebben gespeeld waarbij de vinger niet op één doorslaggevende factor kon worden gelegd.

In november 2006 was het onderzoek naar de derde ontsporing wel zo ver gevorderd dat duidelijk was welke combinatie van factoren in de betreffende situatie voor een hoog ontsporingrisico zorgden. Het ging om de combinatie van:

- een lange geduwde trein,
- het in een wisselstraat⁴ leveren van maximale duwkracht door de locomotief, en
- het rijden door een s-boog (twee tegengestelde bogen) waarbij
 - de betreffende bogen relatief krap⁵ waren, en
 - een recht tussenstuk tussen beide bogen vrijwel geheel ontbrak.

Elk van deze factoren afzonderlijk zorgt voor hogere krachten (zijdelingse krachten, krachten tussen buffers en/of horizontale krachten). En bij elkaar opgeteld, zorgen deze factoren voor dusdanige krachten dat er kans op ontsporing ontstaat. Omdat deze combinatie van factoren nog steeds voor kon komen, heeft de Raad besloten een tussentijds bericht te sturen aan NS Reizigers en ProRail om hen te waarschuwen voor deze combinatie van factoren en aan te bevelen adequate maatregelen te treffen. De betreffende brief is op 30 november 2006 verstuurd (zie de brief in bijlage 2). Zie paragraaf 5.5 voor een beschrijving van de maatregelen die de betrokken partijen hebben genomen.

Focus rapport

De Raad meent dat, naast de al in het tussentijdse bericht genoemde punten, er meer belangrijke lering uit het onderzoek naar de ontsporing op 15 augustus 2005 kan worden getrokken. Dit betreft vooral de toelating van de trein in 2003 en het ontwerp van de infrastructuur. De bevindingen waren voor de Onderzoeksraad voldoende aanleiding een rapport uit te brengen en aanbevelingen te doen.

1.3 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 zijn de feitelijke omstandigheden van de ontsporing beschreven. Hoofdstuk 3 bevat het beoordelingskader dat de Raad gebruikt heeft om de feitelijke bevindingen te analyseren en te beoordelen. Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden. Hoofdstuk 5 bevat de analyse van de ontsporing. Daarbij wordt ingegaan op de directe oorzaak en achterliggende oorzaken. In hoofdstuk 6 en 7 staan de conclusies respectievelijk de aanbevelingen die de Raad op basis van het onderzoek doet.

³ De eerste ontsporing (6 juni) ontstond door een afgelopen wielband van een goederenwagon. De tweede ontsporing (10 juni) werd veroorzaakt door fouten in het herstelproces van de door de eerste ontsporing beschadigde infrastructuur. Maar onvolkomenheden in de infrastructuur kunnen niet als gemeenschappelijke oorzaak voor de drie ontsporingen worden aangemerkt.

⁴ Een wisselstraat is een serie wissels achter elkaar, meestal op een emplacement.

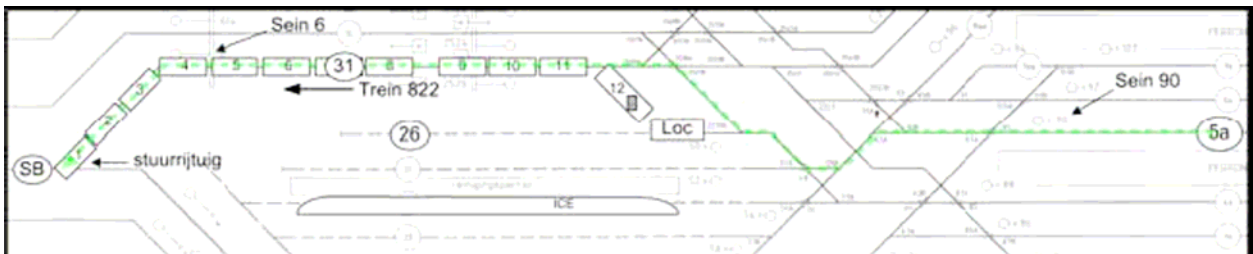
⁵ Met een krappe boog wordt een 'scherpe bocht' bedoeld, waarbij de boogstraal kleiner is dan 200 meter.

2 DE TOEDRACHT

Op 15 augustus 2005 ontspoorde kort na 09:00 uur een reizigerstrein op het emplacement van Amsterdam Centraal. Het was de intercity (IC-822) die omstreeks 06.29 uur uit Maastricht was vertrokken en via resp. Eindhoven, 's-Hertogenbosch, Utrecht en Amsterdam) op weg was naar Haarlem.

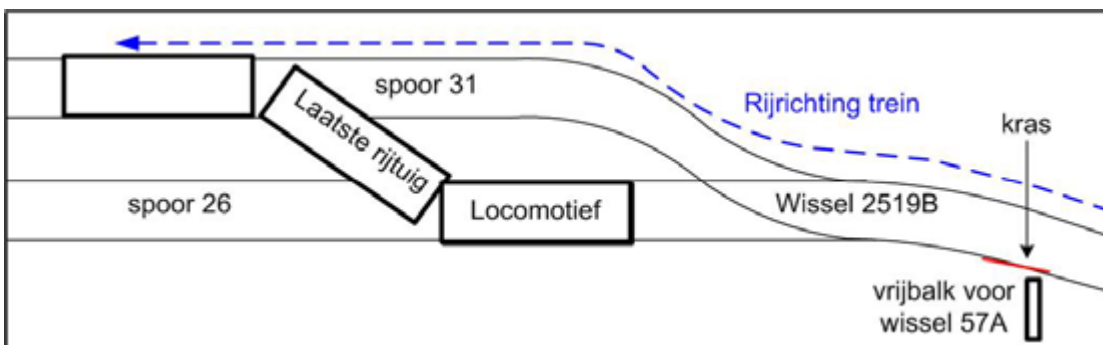
Met betrekking tot de toedracht van dit ongeval is ook onderzoek gedaan door respectievelijk Inspectie Verkeer en Waterstaat (Toezichteenheid Rail), ProRail en het betrokken vervoersbedrijf NS-Reizigers⁶. Op grond van het eigen onderzoek van de Onderzoeksraad en de bovengenoemde rapporten kan naar het oordeel van de Onderzoeksraad worden gesteld dat de toedracht van het ongeval globaal als volgt is geweest.

Kort voor de ontsporing stond de trein, in overeenstemming met de dienstregeling, langs perron 5. Na de normale vertrekprocedure vertrok de trein omstreeks 09.07 uur en met seinbeeld 'groen'. Er bevonden zich toen ongeveer tweehonderd mensen in de trein. Met behulp van het automatische systeem voor rijweginstelling (ARI) was een rijweg ingesteld van spoor 5A, via spoor 31, naar spoor SB (zie afbeelding 2). Daarbij moesten elf wissels worden gepasseerd.



Afbeelding 2. Rijweg en eindpositie van de ontspoorde trein (Bron: Inspectie VenW).

De ontsporing vond plaats toen het voorste deel van de trein bezig was het emplacement te verlaten. Het achterste deel van de trein bevond zich toen nog in de wisselstraat (zie afbeelding 2). De feitelijke ontsporing begon bij het achterste draaistel van het achterste rijtuig, dat zich direct vóór de locomotief bevond. Dit draaistel ontspoorde ter hoogte van de boog tussen de wissels 57A en 2519B naar links. Een kras op de rails (zie afbeelding 3) geeft aan dat één van de linkerwielen is 'opgetild' en op de spoorstaaf is terechtgekomen waarna het wiel aan de linkerkant naast de rails is komen te lopen.



Afbeelding 3. Eindpositie laatste deel ontspoorde trein (Bron: Inspectie VenW).

Het ontspoorde draaistel heeft daarna het eerstvolgende wissel (nr. 2519B) beschadigd. Het gevolg daarvan was dat vervolgens de locomotief op dat wissel niet - zoals het voorste deel van de trein - naar rechts (spoor 31) werd geleid maar rechtdoor is gegaan naar spoor 26. Hierdoor kwam het achterste rijtuig als het ware in een spagaat (tussen de sporen 31 en 26) terecht, waarna de

⁶ Het resultaat van die onderzoeken is samengevat in de volgende rapporten:

- Inspectie Verkeer en Waterstaat Onderzoeksrapport RV-05U0019
- NS Reizigers Veiligheidsonderzoek Ph-asd-05-822
- ProRail Rapport Onderzoek Ontsporing Amsterdam III, VHU/MIL/20548142

linkerzijkant van dat rijtuig in botsing kwam met een zich tussen die sporen bevindende pilaar van een bovenleidingportaal. Het betrof een krachtige botsing, ten gevolge waarvan het rijtuig zwaar beschadigd raakte en de pilaar volledig uit de grond werd gedrukt (zie afbeelding 4).

Als gevolg van de ontsporing ontstond er schade aan de trein en de infrastructuur. Er zijn geen gewonden gevallen. Dat laatste mag, mede gelet op het schadebeeld aan de trein, opmerkelijk worden genoemd. In het laatste rijtuig, dat zwaar beschadigd raakte, zaten ongeveer 30 passagiers.

Ten tijde van de ontsporing kwam er van de andere kant een reizigerstrein aan op een naastliggend spoor. Het betrof de intercity van Den Helder naar Nijmegen. De machinist van deze trein kon zijn trein tijdig tot stilstand brengen.



Afbeelding 4. Schade aan en eindpositie van de trein.

Nadere gegevens over de trein

De trein bestond uit twaalf rijtuigen⁷ en een locomotief uit de 1700-serie. Een dergelijke trein is ongeveer 340 meter lang (zie afbeelding 5).



Afbeelding 5. Soortgelijke trek-duwtrein als de ontspoorde trein.

⁷ 10 intercityrijtuigen (type ICRm), 1 dubbeldeksrijtuig (type DDM) en 1 stuurstandrijtuig (type BDs)

Richting Haarlem duwde de locomotief en richting Maastricht trok de locomotief. In geduwde toestand bestuurde de machinist de trein vanuit het vooroplopende stuurstandrijtuig. In 2004 is deze trein met stuurstandrijtuig voor het eerst toegelaten. Daarvoor werd de trein alleen als getrokken trein ingezet.

Nadere gegevens over de snelheid en de rijweg

Uit de gegevens van het automatische ritregistratiesysteem (ARR) van de ontspoorde trein blijkt het volgende. De machinist heeft na het weggrijden bij perron 5 de snelheid van de trein in eerste instantie opgevoerd tot ca. 25 km/uur. Hierbij kan worden aangetekend dat voor treinen als de onderhavige (althans bij geduwd gebruik) op het emplacement van Amsterdam CS een maximum snelheid van 30 km/uur van toepassing was. De snelheid van 25 km/uur is gehandhaafd totdat de voorkant van de trein de wisselstraat had doorlopen en bij het snelheidsbord '6'⁸ was aangekomen. De achterkant van de circa 340 m lange trein bevond zich toen net voorbij het perron, aan het begin van de wisselstraat. Toen de trein voornoemde positie had bereikt, heeft de machinist de duwkracht opgevoerd tot ongeveer het maximum. Als gevolg daarvan is de snelheid van de trein daarna toegenomen; ten tijde van de ontsparing was de snelheid opgelopen tot circa 39 km/uur.

De ingestelde rijweg bevatte zoals gezegd 11 wissels, waarvan er 7 afbuigend (met een bocht naar links of rechts) moesten worden bereden. Het betrof 8 wissels met een verhouding⁹ van 1:9 en 3 met een verhouding van 1:8. Bovendien was er tussen twee wissels (57A en 2519B) sprake van een relatief krappe boog.

De rijweg die was ingesteld was de standaardrijweg in die zin dat deze in het systeem van automatische rijweginstelling was ingeprogrammeerd. Dat was al ongeveer een jaar het geval. Daarvoor verliet de trein meestentijds via een andere rijweg het station, maar het betreffende spoor werd in de zomer van 2004 buiten dienst gesteld in verband met bouwwerkzaamheden langs het spoor.

⁸ '6' staat voor een maximumsnelheid van 60 kilometer per uur.

⁹ De wisselverhouding is een maat voor de abruptheid van de koersverandering die een trein bij afbuigend passeren van de wissel ondergaat. Het tweede getal slaat op het aantal meters dat moet worden afgelegd voordat een zijdelingse verplaatsing van één meter wordt bereikt; bij een 1:8 wissel bedraagt die afstand acht meter, bij een 1:9 wissel negen meter, etc.

3 BEOORDELINGSKADER

Het beoordelingskader vormt een omschrijving van de gewenste situatie op hoofdlijnen, zodat inzichtelijk gemaakt kan worden waar verbetering mogelijk en/of aanvulling noodzakelijk is.

Het gehanteerde beoordelingskader bestaat uit drie delen.

1. Een beschrijving van de relevante geldende wet- en regelgeving.
2. Een beschrijving van aanvullende normen en richtlijnen uit de betreffende branche zelf.
3. Een beschrijving van het algemene beoordelingskader voor veiligheidsmanagement zoals de Onderzoeksraad dit hanteert.

3.1 NEDERLANDSE WETGEVING

De Nederlandse wetgeving op het terrein van het spoorvervoer begint bij de Spoorwegwet van 2003 (in werking getreden op 1 januari 2005). De hoofdlijnen van de verantwoordelijkheden binnen de sector van het spoorvervoer zijn hierin vastgelegd.

- De infrastructuur moet voldoen aan nader te stellen eisen door de Minister
- De minister verleent een of meer concessies voor het beheer van de hoofdspoorweginfrastructuur
- Een spoorwegonderneming heeft recht op toegang tot de hoofdspoorwegen wanneer deze beschikt over een bedrijfsvergunning en een veiligheidsattest (beide te verlenen door de minister).
- Spoorwegmaterieel moet voldoen aan nader te stellen eisen
- De minister wijst bij Besluit (een) toezichthouder(s) aan.

De artikelen 36 tot en met 48 van de Spoorwegwet hebben betrekking op de toelating van spoorvoertuigen tot het hoofdspoorwegnet. De specifieke eisen voor toelating zijn vastgelegd in de onderliggende wetgeving: het Besluit keuring spoorvoertuigen en de Regeling keuring spoorvoertuigen. De eigenaar van een spoorvoertuig is verantwoordelijk voor het verkrijgen van een toelatingsbewijs en een inzetcertificaat. Het toelatingsbewijs heeft betrekking op de technische eisen aan het materieel. De eigenaar dient een door de minister erkend bureau (notified body) in te schakelen om het toe te laten materieel te toetsen aan de wettelijke eisen voldoet. Als het materieel daaraan voldoet geeft de notified body een toelatingscertificaat af. De Inspectie Verkeer en Waterstaat houdt toezicht op de notified bodies. Een inzetcertificaat betreft een toets of het materieel ook op het Nederlandse spoor kan worden toegelaten. De Inspectie Verkeer en Waterstaat geeft dit inzetcertificaat af. Hiervoor dient de eigenaar zelf onderzoek te laten doen en advies van de infrabeheerder in te winnen. Voor het verkrijgen van een inzetcertificaat zijn naast het hebben van een toelatingcertificaat eisen van kracht die betrekking hebben op de compatibiliteit van het voertuig met de Nederlandse infrastructuur.

De nieuwe spoorwegwet was nog niet van kracht ten tijde van de toelating van de ontspoorde trein. De normen die toen van kracht waren, zijn in de volgende paragraaf genoemd. In hoofdlijnen komen ze overeen met de normen zoals die nu in de Spoorwegwet zijn opgenomen. Een belangrijk verschil betreft het ontbreken van notified bodies. Ten tijde van de toelating van de onderhavige trein werd het onderzoek voor de toelating door externe bureaus uitgevoerd in opdracht van de eigenaar van het materieel. De Inspectie Verkeer en Waterstaat diende een onafhankelijk eindoordeel te geven over het onderzoek en, bij een positief oordeel, het toelatingsbewijs af te geven. Dit toelatingsbewijs is formeel alleen nodig voor nieuw of gewijzigd materieel, in dit geval alleen voor het stuurstandrijtuig.

Wanneer er sprake was van wijzigingen in bestaand materieel was de Inspectie Verkeer en Waterstaat bevoegd om een beperkte toelatingsprocedure uit te voeren specifiek gericht op de aangebrachte wijzigingen. Wanneer er sprake was van een beperkte (of tijdelijke) toelatingsprocedure gaf de Inspectie VenW een Verklaring van Geen Bezwaar (VGB) af.

De Regeling infrastructuur bepaalt dat de beheerder van de infrastructuur er voor verantwoordelijk is dat de verhouding tussen de horizontale en verticale kracht die op de spoorrails wordt uitgeoefend lager moet zijn dan 0,8. Deze waarde is in een internationale norm (UIC 518) aangeduid als grenswaarde voor ontsporinggevoeligheid.

De Regeling keuring voertuigen bepaalt dat de materieleigenaar ervoor verantwoordelijk is dat de zijdelingse krachten niet groter worden dan wat in internationaal verband is afgesproken (UIC 518).

3.2 NORMEN EN RICHTLIJNEN

De spoorwegsector wordt gekenmerkt door een groot aantal specifieke richtlijnen die binnen de branche zijn opgesteld (voor 1995 binnen de Nederlandse Spoorwegen; daarna door diverse partijen).

Vóór het inwerking treden van de Spoorwegwet 2003 was het 'ontwerpvoorschrift wissels en kruisingen' (OVS00056-6.1) van ProRail van toepassing. De ontwerpvoorschriften zijn echter alleen van toepassing op nieuwe infrastructuur. Van de ontwerpvoorschriften alleen worden afgeweken na toestemming van Manager Technisch-Economisch-Beheer (ProRail). De ontwerpvoorschriften bevatten onder andere eisen ten aanzien van minimale boogstralen en minimale rechtstanden in S-bogen.

Op de toelating van de trein tot het Nederlandse spoorwegnet waren twee normen van toepassing:

- M-001: toelatingseisen rollend materieel spoorwegveiligheid;
- M-005: procedure voor toelating van materieel op het nationale spoorwegnet.

In deze twee normen zijn geen specifieke voorschriften opgenomen voor het rijden met geduwde treinen. Wel wordt er verwezen naar internationale normen waarin algemene regels zijn opgenomen waar alle treinen aan moeten voldoen. Deze regels bevatten onder andere grenswaarden voor de krachten tussen wiel en rail (UIC 518). Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen grenswaarden voor ontsporingsgevoeligheid en grenswaarden voor spoorbelasting. De belangrijkste grenswaarde voor ontsporingsgevoeligheid is de verhoudingswaarde tussen horizontale en verticale krachten tussen wiel en rail (de zogenaamde Y/Q-waarde). De grenswaarde hiervoor is 0.8. De grenswaarde voor spoorbelasting betreft de maximale zijdelingse kracht die een wiel op de rail mag uitoefenen. De grenswaarde is afhankelijk van de omstandigheden. Bij overschrijding van deze waarde is niet direct de ontsporingsveiligheid in het geding. Wel is er indirect een verband met veiligheid omdat overschrijding snellere slijtage aan het spoor veroorzaakt.

Elke vervoerder heeft een veiligheidsattest nodig. Dit attest wordt verleend namens de Minister door de Inspectie Verkeer en Waterstaat. De belangrijke eis voor het verkrijgen van een veiligheidsattest is het hebben van een goed werkend veiligheidszorgsysteem. De eisen waaraan een veiligheidszorgsysteem moet voldoen, waren ten tijde van de toelating vastgelegd in de Inspectie VenW-norm V-001. Hierin worden eisen gesteld aan het veiligheidsbeleid, risico-inventarisatie en -evaluatie, de implementatie ervan en de monitoring, veiligheidsonderzoeken en corrigerende acties die worden genomen. De toenmalige procedure voor het verkrijgen van een veiligheidsattest is te vinden in de norm V-002. Een attest wordt afgegeven wanneer ene documentanalyse, een managementpresentatie en praktijkbeoordeling als voldoende worden aangemerkt. Zoals gezegd is de toelating nu geregeld in de nieuwe Spoorwegwet waarin onder andere wordt verwezen naar Europese normen, zoals de Veiligheidsrichtlijn 04/49/EC.

3.3 BEOORDELINGSKADER VEILIGHEIDSMANAGEMENT

In beginsel kan de wijze van invulling van de eigen verantwoordelijkheid voor veiligheid door een organisatie worden getoetst en beoordeeld vanuit verschillende invalshoeken. Er is dan ook geen universeel handboek dat in alle situaties toepasbaar is. Dit ondanks het feit dat sinds de negentiger jaren van de vorige eeuw de eigen verantwoordelijkheid voor veiligheid een steeds zwaarder accent heeft gekregen. Daarom heeft de Raad zelf vijf veiligheidsaandachtspunten geselecteerd die een idee geven welke aspecten (in meer of mindere mate) een rol kunnen spelen. De Raad is van oordeel dat deze keuze gerechtvaardigd is, omdat deze veiligheidsaandachtspunten opgenomen zijn in veel (inter-)nationale wet- en regelgeving en in een groot aantal breed geaccepteerde en geïmplementeerde normen. Specifiek voor de railsector is een systematiek voor veiligheidsmanagement opgenomen in de Europese Richtlijn 04/49/EC (en daarvoor sinds 1997 in het RnV-Normblad V-001). De basiselementen hiervan komen op hoofdlijnen overeen met de aandachtspunten die de Raad heeft geformuleerd.

De volgende aandachtspunten worden door de Onderzoeksraad onderscheiden (voor een verdere uitwerking hiervan zie bijlage 3):

1. *Inzicht in risico's als basis voor veiligheidsaanpak*
2. *Aantoonbare en realistische veiligheidsaanpak*
3. *Uitvoeren en handhaven veiligheidsaanpak*
4. *Continue aanscherping veiligheidsaanpak*
5. *Management sturing, betrokkenheid en communicatie (intern en extern)*

De Raad erkent dat de beoordeling van de wijze waarop door organisaties invulling wordt gegeven aan eigen verantwoordelijkheid voor veiligheid afhankelijk is van de betrokken organisaties. Aspecten als bijvoorbeeld de aard van de organisatie of de omvang kunnen hierbij van belang zijn en dienen daarom te worden betrokken bij de beoordeling. Hoewel per voorval de oordeelsvorming anders kan zijn, blijft echter de manier van denken identiek.

4 BETROKKEN PARTIJEN

Bij het onderzoek naar de ontsporing van 15 augustus 2005 zijn de onderstaande bedrijven en instanties betrokken.

NS Reizigers

NS Reizigers is de vervoerder en als zodanig verantwoordelijk voor het vervoer van passagiers met de reizigerstrein van Maastricht naar Haarlem. NS Reizigers is de eigenaar van de betrokken locomotief en de rijtuigen en is primair verantwoordelijk voor het veilig vervoer van passagiers.

ProRail

Verantwoordelijk voor het ontwerp, de bouw en het beheer van de infrastructuur en daarmee ook voor het in een goede conditie houden van de spoorbaan en het emplacement. ProRail is verder verantwoordelijk voor de toedeling van veilige rijwegen. De treindienstleiding voor Amsterdam en omstreken wordt door ProRail uitgevoerd vanaf de treindienstleidingspost te Amsterdam. De treindienstleider 'Amsterdam West' is verantwoordelijk voor het treinverkeer op het emplacement Amsterdam Westzijde. Als beheerder van de infrastructuur is ProRail verantwoordelijk voor het geven van advies voor de toelating van nieuw materieel tot de Nederlandse spoorweginfrastructuur.

NedTrain

NedTrain is een zelfstandige dochteronderneming van de Nederlandse Spoorwegen en verzorgt onder meer onderhoud, reiniging en revisie van rollend treinmaterieel. NedTrain Consulting is het kenniscentrum van NedTrain en is door de Inspectie VenW erkend als onafhankelijk instituut (notified body) bij toelating van materieel op het Nederlandse spoorwagetrack. NedTrain Consulting heeft het toelatingsonderzoek gedaan ten behoeve van de inzet van intercitymaterieel in trek / duwbedrijf met een treinlengte van maximaal 12 rijtuigen. De erkenningsregeling voor notified bodies is overigens pas van kracht geworden onder de nieuwe Spoorwegwet en gold daarom nog niet ten tijde van de toelatingsprocedure van de ontspoorde trein. Toen werkte NedTrain Consulting onder verantwoordelijkheid van NS Reizigers. In algemene zin is NedTrain Consulting¹⁰ verantwoordelijk voor het uitvoeren van kwalitatief goed onderzoek.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Het ministerie is als systeemverantwoordelijke voor de spoorwegsector verantwoordelijk voor het beleid en de regelgeving met betrekking tot de spoorwegveiligheid. Verder verleent het Ministerie de concessie(s) voor het beheer van de railinfrastructuur en veiligheidsattesten en toelatingsvergunningen aan vervoerders.

Inspectie Verkeer en Waterstaat, Toezichtheid Rail

De Toezichtheid Rail van de Inspectie Verkeer en Waterstaat is verantwoordelijk voor het toezicht op de veiligheid binnen het railsysteem. Dit toezicht richt zich op vergunningverlening en inspecties op vervoerders van personen en goederen, machinisten en overig personeel, railvoertuigen, beheerders van infrastructuur en door de Inspectie erkende keuringsinstanties (notified bodies) die keuringen uitvoeren op basis van de Spoorwegwet. In dit geval was de Inspectie VenW verantwoordelijk voor de toelating van het stuurstandrijtuig. De Inspectie VenW is verantwoordelijk voor het toezicht op ProRail in het kader van de Beheerconcessie die door de minister aan ProRail is verleend. Dit geldt alleen voor zover het spoorwegveiligheid betreft. Ten slotte onderzoekt de inspectie incidenten en ongevallen op het spoor.

¹⁰ Inmiddels opgegaan in Lloyd's Register Rail B.V.

5 ANALYSE

5.1 ALGEMEEN

Naar de ontsporing is – zoals eerder opgemerkt – uitgebreid onderzoek gedaan door de Onderzoeksraad, Inspectie VenW, ProRail en NS-Reizigers. De Onderzoeksraad concludeert op grond van deze onderzoeken dat de hoofdoorzaak van de ontsporing niet is gelegen in een materiaaltechnisch gebrek aan de trein (in de vorm van bijvoorbeeld een defect wiel of vastgelopen as¹¹), of een materiaaltechnisch gebrek aan de infrastructuur (in de vorm van bijvoorbeeld een gebroken of ernstig verzakte spoorstaaf).

Om die reden moet er naar het oordeel van de Raad van worden uitgegaan dat de directe oorzaak gelegen is in een combinatie van factoren. Daarvoor zijn ook – zoals in het vorige hoofdstuk al beschreven - inderdaad aanwijzingen gevonden: er was sprake van een hogere snelheid dan ter plaatse was toegestaan, het betrof een geduwde trein met uitzonderlijke lengte¹², waarmee door een wisselstraat met relatief veel krappe wissels werd gereden en de trein was aan het versnellen terwijl deze zich nog grotendeels in de wisselstraat bevond.

Er is onderzoek gedaan naar de lay-out van het betreffende deel van de wisselstraat. Paragraaf 5.2 gaat op dit onderzoek in (meer details zijn opgenomen in bijlage 4). Vervolgens heeft het onderzoek van de Onderzoeksraad zich gericht op de vraag welke combinatie van factoren in onderhavig geval tot de ontsporing heeft geleid. Het uitvoeren van simulaties is de enige mogelijkheid om meer inzicht te krijgen in de mate waarin factoren afzonderlijk en in samenhang met elkaar aan de ontsporing hebben bijgedragen. In de simulatie zijn zowel factoren meegenomen die gerelateerd zijn aan de trein (snelheid, duwkracht, falen buffer etc.) als factoren gerelateerd aan de infrastructuur (ligging van het spoor). De resultaten van de simulatie zijn samengevat in paragraaf 5.3. Bijlage 5 geeft een meer gedetailleerd verslag. Vanwege de bijzondere configuratie van de trein en het feit dat deze configuratie nog maar kort van te voren was toegelaten, is ook nader onderzoek gedaan naar het toelatingsproces (zie 5.4 en bijlage 6). In paragraaf 5.5 wordt ingegaan op de maatregelen die na de ontsporing zijn genomen.

5.2 FEITELIJKE LIGGING VAN HET SPOOR

Ligging van het spoor¹³

Zoals in de toedracht is beschreven, viel ter plaatse van de ontsporing op hoeveel (krappe) bogen en tegenbogen in de rijweg aanwezig waren. De trein is ontspoord in een S-boog. De Raad heeft nader onderzoek gedaan naar twee delen van deze S-boog waarover onduidelijkheid bestond. Dit betreft ten eerste de boogstraal van de tegenboog volgend op wissel 57A (de boog waarin de trein is ontspoord) en ten tweede de lengte van de rechtstand tussen wissel en tegenboog. Zowel de wissel als de tegenboog (tezamen de S-boog) zijn te zien op afbeelding 7.

Wissel 57A is aangelegd in 1999 en diende toentertijd als toeleiding naar een aantal kopsporen. Bij de aanleg in 1999 is nog overwogen om van wissel 57A een 1:9-wissel te maken, maar gezien de inpassingsproblemen die dit zou veroorzaken én de beperkte functionaliteit van deze wissel is daarvan afgezien. In 2002 is het westelijk emplacement van Amsterdam Centraal zodanig gewijzigd dat wissel 57A in rechtsleidende stand onderdeel werd van een doorgaand spoor ('project 6-sporen Singelgracht'). Het bestaande spoor is toen aangesloten op wissel 57A door middel van de betreffende tegenboog.

¹¹ Wel is achteraf (niet op de plaats van het ongeval) een deels afgebroken buffer geconstateerd aan het rijtuig vóór het ontspoorde rijtuig, maar het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebrek op zichzelf genomen de ontsporing heeft veroorzaakt. Gevonden sporen wijzen op gevolgschade. Zie verder paragraaf 5.2.2).

¹² Tot de introductie van deze trein in 2003 was in Nederland nog nooit met geduwde treinen gereden met een lengte van 12 rijtuigen (ongeveer 340 meter).

¹³ Voor een meer gedetailleerde beschrijving zie bijlage 4



Afbeelding 7. Op de voorgrond wissel 57A in rechtsleidende stand met daarna de tegenboog naar links.

Wissel 57A is een wissel van het type 1:8. ProRail beschikte niet over metingen van zowel de tegenboog als het rechte tussenstuk tussen wissel en tegenboog. ProRail had wel de beschikking over een luchtfoto van het emplacement van voor het ongeval. Met deze foto is een grove inschatting te maken van de boogstraal. ProRail zelf concludeert daaruit dat de boogstraal hoogstwaarschijnlijk niet kleiner geweest is dan 190 meter. Het rechte tussenstuk tussen wissel en tegenboog is moeilijk in te schatten op basis van de luchtfoto. De rechtstand zal ergens tussen de 0 en de 4 meter zijn geweest (exclusief de 4 meter die standaard in een wissel is ingebouwd).

5.2.1 Evaluatie

Zowel een 1:8-wissel als een recht tussenstuk van maximaal 4 meter voldoen niet aan de Spoorwegwet. Maar aangezien deze niet van toepassing is op bestaand spoor, moet de situatie getoetst worden aan de ontwerpvoorschriften (OVS). Ook daaraan voldoen de 1:8 wissel en het rechte tussenstuk niet. Formeel mag ProRail van de OVS afwijken, mits daar een schriftelijk vastgelegd besluit over wordt genomen door de manager Technisch-Economisch-Beheer (TEB). ProRail heeft een dergelijk besluit niet kunnen overleggen. Bij de aanleg van dit deel van het emplacement zijn klaarblijkelijk niet alle interne regels gevolgd.

Documentatie

ProRail beschikte niet over meetgegevens van de rechtstand en de boogstraal van het spoor waarop de trein is ontspoord. Verder beschikte ProRail niet over documentatie van de railinfrastructuur waaruit is af te leiden waar in het Nederlandse spoorwegnet nog meer sprake is van te korte rechtstand tussen bogen¹⁴.

Het feit dat ProRail niet beschikte over meetgegevens van de rechtstand en boogstraal van het stukje spoor waarop de trein is ontspoord, is een breder probleem. ProRail kon ook niet aangeven hoe vaak een te korte rechtstand op het hoofdspoorwegennet voorkomt. Gebrekkige documentatie over infrastructuur is een onderwerp dat in een eerdere rapportages van de Onderzoeksraad aan de orde is geweest (Ontsporing goederentrein Apeldoorn, 30 april 2003). Ook Inspectie VenW heeft hier de vinger op gelegd in het openbare rapport over de inspectie van het veiligheidsmanagementsysteem van ProRail. ProRail heeft vervolgens aan de Inspectie laten weten te werken aan de oplossing voor dit probleem. De Inspectie VenW heeft aangegeven dat de tekortkomingen voor 1 januari 2007 opgelost moesten zijn. De Raad acht het de verantwoordelijkheid van de Inspectie VenW om te verifiëren of de tekortkomingen ook daadwerkelijk zijn opgelost. De Raad heeft hier in dit kader geen onderzoek naar gedaan, ook niet omdat het ongeval en het onderzoek van voor 1 januari 2007 dateren.

¹⁴ Inmiddels heeft ProRail meer informatie over plaatsen met een te korte rechtstand; zie paragraaf 5.5

Kennis

Er blijkt weinig kennis te bestaan over de effecten van een korte rechtstand tussen S-bogen. Over de berekening ervan (telt de rechtstand die in de wissel zelf aanwezig is ook mee) en over het effect van rechtstanden op de veilige berijdbaarheid bestaat verschil van inzicht tussen experts. In dit licht gezien mist de Raad bij ProRail een nauwkeurige onderbouwing van de keuze om op bovengenoemde punten van de ontwerpvoorschriften af wijken. De genoemde onzekerheid zou tot grotere voorzichtigheid moeten leiden.

5.3 ANALYSE DIRECTE OORZAAK: SIMULATIES

5.3.1 Algemeen

Bij het onderzoeken en analyseren van de directe oorzaak heeft de Onderzoeksraad gebruik gemaakt van een simulatiemodel (voor meer informatie hierover, zie bijlage 5). Bij een simulatiemodel wordt met behulp van mathematische modellen een gemodelleerde trein over een gemodelleerd stukje spoor gereden. Daarbij worden de eigenschappen van de trein (inclusief veercharacteristieken van het wielstel, de buffers etc.) en de eigenschappen van het spoor (boogstralen, verkanting¹⁵ etc.) zo nauwkeurig mogelijk ingevoerd. De uitkomst van een simulatie bestaat uit de verschillende dynamische krachten (verticale krachten tussen wiel en rail, horizontale krachten etc.) die zich in de betreffende simulatie hebben voorgedaan en de bewegingen van de trein als geheel en afzonderlijke delen ten opzichte van elkaar. Vervolgens kunnen bij een volgende simulatie bepaalde parameters veranderd worden terwijl de andere gelijk blijven, zodat de invloed van die betreffende parameter op de dynamische krachten onderzocht kan worden. Simulatiere resultaten geven daarmee inzicht in de bijdrage die afzonderlijke factoren in dit geval hebben geleverd aan de ontsporing. Hierbij moet wel bedacht worden dat simulaties een vereenvoudigde weergave zijn van de werkelijkheid, zodat de uitkomsten wel goede indicaties kunnen geven van optredende krachten, maar geen bewijzen voor exacte waarden die zich in werkelijkheid hebben voorgedaan.

De betrouwbaarheid van de resultaten kan worden vergroot door het valideren van het model op basis van praktijkmetingen. Het gebruikte simulatiemodel is gevalideerd op basis van praktijkmetingen die met de (toen nog) experimentele trein zijn uitgevoerd. Maar met name voor wat betreft ontsporingscriteria zijn beperkt metingen uitgevoerd zodat ook de validatie maar beperkt kon worden uitgevoerd. De resultaten van de validatie geven aan dat het gebruikte model op hoofdlijnen vergelijkbare resultaten oplevert als de metingen. De validatie is te beperkt om de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van het simulatiemodel te kwantificeren.

5.3.2 Bevindingen¹⁶

Uit de simulaties blijkt dat het geduwd rijden van deze trein door deze wisselstraat hoge zijdelingse krachten en hoge wielontlasting met zich meebrengen. De hoge wielontlasting doet zich voor aan de linkerkant op de plaats waar de trein ook daadwerkelijk naar de linkerkant is ontspoord. Deze factoren bij elkaar zorgen voor een kritische situatie: de krachten komen dicht in de buurt van de internationale vastgestelde grenswaarden voor spoorwegveiligheid.

Er zijn twee factoren die in combinatie met elkaar de situatie tot een kritische situatie hebben gemaakt:

1. het met (bijna) maximale kracht duwen van een lange trein, waardoor hoge langskrachten optreden;
2. het rijden door een scherpe boog met bijna direct daaropvolgend een scherpe tegenboog; dit leidt in combinatie met de eerstgenoemde factor tot extra grote dwarskrachten, hoge wielontlasting en extra hoge bufferkrachten.

Daarnaast is er nog een aantal factoren die de situatie nog kritischer kunnen maken:

- de snelheid¹⁷
- hogere wrijvingscoëfficiënt tussen buffers als gevolg van beschadigingen of slechte smering;
- metalen begrenzing van beweging tussen rijtuigbak en draaistel¹⁸ (waardoor in krappe bogen het draaistel en de rijtuigbak tegen elkaar 'klappen');

¹⁵ Verkanting betekent het verschil in hoogte tussen de linker en rechterspoorstaaf.

¹⁶ Voor een meer gedetailleerd overzicht van de bevindingen, zie bijlage 5

¹⁷ De exacte invloed van de snelheid is niet onderzocht. Omdat de snelheid ten tijde van de ontsporing vaststond is met deze waarde gesimuleerd.

- het blokkeren of bezwijken van een buffer.

Voor alle factoren geldt dat de mogelijke invloed op het ontstaan van de ontsporing is onderzocht met behulp van simulaties. Daarbij is gebleken dat deze factoren kunnen leiden tot een ongunstiger krachterspel tussen wielen en spoorstaven en tot grotere relatieve bufferverplaatsingen en hogere bufferkrachten dan bij een getrokken trein en 1:9 wissels met grote rechtstand het geval is. De simulatieresultaten laten zien dat de ontsporinggevoeligheid van de trein in de gegeven combinatie van factoren het grootst is op de plaats waar de trein ook daadwerkelijk is ontspoord. Op dat punt is de wielontlasting van het als eerste ontspoorde wiel volgens de simulatie 92% procent. Bij 100% kan het wiel opgelicht worden en dus ontsporen. Ook zijn er aan de rechterwielen Y/Q waarden van 0.77 gemeten, wat zeer dicht tegen de grenswaarde van 0.8 aanzit. Simulaties laten zien dat deze waarden, met name de maximale wielontlasting, gunstiger zijn wanneer gesimuleerd wordt met 1:9-wissel en grotere rechtstand.

De gevonden waarden in de simulaties zitten dus dicht tegen 'ontsporingsgrenzen'¹⁹ aan, maar laten nog geen ontsporing zien. Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat geen enkel simulatiemodel een nauwkeurigheid heeft van 100%. Wanneer bij wetenschappelijk verantwoorde praktijkproeven waarden worden gemeten die dicht tegen ontsporingsgrenzen aanliggen, kan niet direct van een onveilige situatie worden gesproken. Maar wanneer uit simulatieberekeningen waarden komen die zeer dicht tegen ontsporingsgrenzen aanliggen, moet naar het oordeel van de Raad wel van een kritische situatie worden gesproken. In praktijk kunnen de waarden dan wel degelijk op of over de ontsporingsgrenzen liggen. Daarnaast heeft de mate waarin de staat van de infrastructuur exact is geprogrammeerd, invloed op de uitkomsten van de simulaties. In dit geval waren niet alle parameters van de infrastructuur precies bekend. Spoorwijdte en verkanting waren wel bekend, maar bijvoorbeeld de rechtstand en boogstralen waren niet exact bekend.

Falen buffer

Na de ontsporing bleek dat de linker buffer van het rijtuig vóór het als eerste ontspoorde rijtuig deels was afgebroken (zie afbeelding 7). Voor een deel is de geconstateerde schade aan de buffers tussen de twee rijtuigen voor de loc te verklaren als gevolgschade. Eén van de bouten waarmee de bufferplaat op het rijtuig was vastgezet is in twee delen teruggevonden. De sporen op deze delen wijzen op breuk als gevolg van overbelasting, wat onderstreept dat de buffer waarschijnlijk is afgebroken als gevolg van de ontsporing. Maar er zijn (roest-)sporen aangetroffen die duiden op een langer durend gebrek. Eén van de bouten in de verbinding tussen buffer aan het rijtuig was óf niet aanwezig, óf zat erg los. Het is niet helemaal uitgesloten dat de bufferplaat (verbinding tussen buffer en rijtuig) op of vlak voor het moment van de ontsporing deels is afgebroken. Op dat moment is er namelijk sprake van een hoge excentrische belasting²⁰ op de niet optimaal bevestigde buffer. Zowel de relatieve bufferverplaatsing (circa 50 cm.) als de kracht tussen de buffers (200 tot 300 kN) zijn op dat moment bijna maximaal. Het andere bufferpaar staat op dat moment los van elkaar, zodat alle kracht via het ene bufferpaar doorgegeven wordt. Mogelijk is op dat moment de betreffende buffer deels losgekomen, wat gezorgd kan hebben voor een dynamisch effect dat heeft bijgedragen aan de ontsporing. Maar de meest voor de hand liggende verklaring blijft dat de buffer is afgebroken als gevolg van de ontsporing.

Los van het afbreken van een buffer, kan door de hoge excentrische belasting een buffer ook blokkeren in de zin dat deze slechts in beperkte mate kan worden ingedrukt. Een dergelijke blokkering kan op zijn beurt tot gevolg hebben dat er andere en mogelijk grotere krachten via het trek/duw-mechanisme tussen de rijtuigen worden uitgewisseld.

Zowel het blokkeren als het afbreken van een buffer is in de simulatie meegenomen. Daaruit komt naar voren dat het afbreken of het blokkeren iets grotere schommelingen in de krachten tussen wiel en rail veroorzaken²¹. In een risicovolle situatie verhoogt dit het ontsporingrisico, maar van een doorslaggevend effect is geen sprake. Daarbij moet ook worden opgemerkt dat bij het

¹⁸ Vakterm voor deze begrenzing is 'wiegespelbegrenzing'.

¹⁹ Bijvoorbeeld een wielontlasting van 92% procent. Bij 100% kan het wiel opgelicht worden en ontsporen. Dit heeft op 15 augustus ook daadwerkelijk plaatsgevonden.

²⁰ Bij een excentrische belasting wordt er kracht op de zijkant van de buffer uitgeoefend in plaats van in het midden van de buffer.

²¹ Uit de berekeningen kwam tevens naar voren dat bij blokkeren van een buffer tijdens het geduwd doorlopen van een krappe boog de bufferkrachten groter kunnen worden dan de maximale waarde waarvoor de buffers zijn gedimensioneerd.

simuleren van het afbreken van een buffer de grenzen van het simulatiemodel worden opgezocht, zodat met de resultaten op dit punt voorzichtig moet worden omgegaan.

Concluderend kan gesteld worden dat de gevonden sporen wel vragen oproepen over de kwaliteit van de bufferverbinding van de linker buffer van het rijtuig vóór het ontspoorde rijtuig. Maar de Raad kan geen direct verband vaststellen tussen gebreken aan deze buffer en de oorzaak van de ontsporing. De Raad acht het afbreken van deze buffer als gevolg van de ontsporing het meest aannemelijk. Los daarvan constateert de Raad wel dat het duwen van deze trein door krappe bogen met korte rechtstand grote bufferkrachten en grote bufferverplaatsing oplevert. De Raad heeft dit aspect en evt. gevolgen ervan voor inspectie en onderhoud niets teruggevonden in het toelatingsonderzoek. Maar omdat er geen direct verband met de ontsporing lijkt te zijn, wordt niet verder op dit onderwerp ingegaan.



Afbeelding 8. Situatie van het linkerbufferpaar na de ontsporing

5.3.3 Evaluatie

De Raad concludeert op basis van de simulaties dat de combinatie van een lange geduwde trein die met maximale duwkracht door een erg krap gedimensioneerde wisselstraat rijdt risicovol is. Deze combinatie van factoren levert in de simulaties hoge zijdelingse krachten, hoge y/q waarden (maat voor ontsporingrisico) en wielontlasting.

Simulaties zijn een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. De exacte ligging van de infrastructuur was niet helemaal bekend, wat de betrouwbaarheid van de uitkomsten vermindert. Ook is het gebruikte model niet zodanig gevalideerd dat we exact weten in hoeverre de uitkomsten overeenkomen met de krachten die zich in werkelijkheid hebben voorgedaan. Wat we wel weten uit de beperkte validatie is dat de krachtniveaus (met name van de zijdelingse krachten) op hoofdlijnen overeenkomen. De in de simulatie gevonden waarden ten aanzien van ontsporingrisico komen zo dicht in de buurt van de maximale waarden. Gezien de geschetste onzekerheid in de simulatieresultaten is het reëel te veronderstellen dat in praktijk de maximale waarden wel overschreden kunnen zijn en/of dat er maar weinig voor nodig is om de trein te laten ontsporen. Daarom spreekt de Raad van een risicovolle situatie.

Dit risico is niet eenzijdig aan de trein of aan de infrastructuur toe te schrijven maar aan de combinatie van die beide. Met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid kan gesteld worden dat de trein niet ontspoord was wanneer:

- de trein getrokken was geweest in plaats van geduwd;
- of de trein door een wisselstraat met ruimere wissels en grotere rechtstanden was geduwd;

- of de trein niet met (bijna) maximale duwkracht maar vrij rollend door de wisselstraat was gereden.

5.4 TOELATING

5.4.1 Toelatingsprocedure²²

In het jaar 1999 is bij NS Reizigers een proces in gang gezet om op de lijn Maastricht-Haarlem met intercitytreinen in een trek-duwcombinatie²³ te gaan rijden. De belangrijkste beweegreden hiervoor was de efficiencywinst ten opzichte van het rijden met alleen getrokken treinen. In dat laatste geval moet namelijk op het begin en eindstation de locomotief gewisseld worden. Dit rangeren kost tijd en inzet van personeel. Ook moeten er op het begin- en eindpunt extra locomotieven aanwezig zijn. Bij een trek-duwcombinatie is dit niet nodig.

In de periode 1999 tot 2003 is op verzoek van NS Reizigers door Nedtrain Consulting²⁴ (NTC) onderzoek gedaan naar de inzet van een trek-duwcombinatie. Deze trek-duwcombinatie bestaat uit een locomotief (type 1700) aan de ene zijde van de trein, een stuurstandrijtuig aan de andere zijde en elf rijtuigen ertussen. De locomotief en de rijtuigen werden al gebruikt en waren dus al toegelaten tot het spoor. Voor het stuurstandrijtuig was wel een toelatingsvergunning van de Inspectie VenW nodig. NSR heeft aan NTC gevraagd ook de veiligheidsaspecten van het duwen van een lange trein te onderzoeken.

NSR heeft ervaring met geduwde treinen. De Beneluxtrein bijvoorbeeld wordt sinds begin jaren zeventig ook als trek-duw-combinatie ingezet, met dezelfde intercityrijtuigen. Alleen de Beneluxtrein is aanzienlijk korter (205 tegen 340 meter), lichter (370 ton tegen 570 ton) en heeft een locomotief met minder vermogen.

NTC heeft in 1999 ter oriëntatie een bezoek gebracht aan de Zwitserse spoorwegen omdat deze ook met lange geduwde treinen rijden. Tijdens dit bezoek kwam naar voren dat het rijden met lange geduwde treinen niet zonder risico's is en niet zou moeten worden geïntroduceerd dan na uitvoerig praktijkonderzoek. In Zwitserland zijn aan de trein meerdere aanpassingen gedaan om geduwd rijden met een lange trein mogelijk te maken, zoals versterkte buffers, sterkere bevestiging van de buffers aan de voertuigbak en een beperking van de duwkracht van de locomotief.

NTC heeft praktijkmetingen uitgevoerd met een geduwde trein met twaalf rijtuigen over twee 1:8-wissels. Daarbij is vooral naar comfort- en slijtagenormen gekeken en weinig of niet naar ontsporingnormen. Vervolgens heeft NTC simulatieonderzoek verricht. De validatie van het simulatiemodel is gebeurd op basis van de resultaten van de praktijkmetingen. Het simulatiemodel ging uit van twee 1:9 wissels. Op basis van het simulatieonderzoek kwam NTC in maart 2002 tot de conclusie dat de introductie van een geduwde trein met 12 rijtuigen niet zonder meer veilig is. Enkele veiligheidswaarden werden zowel bij de praktijkproeven als in de simulaties overschreden. NTC beval aan om hetzij het aantal rijtuigen te beperken tot 8, hetzij de duwkracht van de locomotief bij het doorlopen van wisselstraten te beperken tot 60%. Als alternatief noemde NTC ook nog het doorvoeren van constructieve aanpassingen aan het wielstel en het stellen van voorwaarden aan de kwaliteit van de infrastructuur waarover de trein rijdt.

In vervolg op deze eerste uitkomsten heeft NTC in overleg met NSR en ProRail nieuwe simulaties uitgevoerd, met een langer recht tussenstuk tussen de wissels. Volgens ProRail was de rechtstand die NTC in eerste instantie gebruikte (2,3 meter) niet reëel en moest 12 meter rechtstand (OVS-norm) worden toegepast. Simulaties met deze langere rechtstand leverden aanzienlijk gunstiger resultaten op. Op basis van deze nieuwe simulatieresultaten kwam NTC tot de conclusie dat intercitymaterieel met een treinelengte tot 12 rijtuigen veilig in 'trek/duw- bedrijf' kon worden ingezet. De normen voor ontsporingrisico werden niet overschreden. De overschrijding van het

²² Voor een uitgebreidere en meer technische beschrijving van het toelatingsonderzoek, zie bijlage 6.

²³ Een trek-duw combinatie is een vaste combinatie van een aantal rijtuigen met aan de ene kant een locomotief en aan de andere kant een stuurstandrijtuig. Afhankelijk van de richting trekt of duwt de locomotief en wordt de trein bestuurd vanuit de locomotief (bij trekken) of vanuit het stuurstandrijtuig (bij duwen).

²⁴ Inmiddels is het bedrijf overgenomen door Lloyd's Register Rail B.V. en heeft het ook die naam gekregen.

criterium voor zijdelingse spoorkrachten²⁵ met 2,5% achtte NTC marginaal en toelaatbaar omdat van een de meest ongunstige situatie was uitgegaan.

Vervolgens werd ProRail als beheerder van de infrastructuur om advies gevraagd. ProRail kwam op basis van het NTC-rapport tot het advies om de trein toe te laten met één beperking. Deze beperking was dat de snelheid op wissels met krappe bogen (boogstraal kleiner dan 190 meter en alle 1:8 en 1:7-wissels) tot 30 kilometer per uur beperkt moest worden. Het argument dat ProRail hierbij²⁶ gaf is dat de waarde voor zijdelingse krachten werd overschreden. Uit de gehouden interviews met ProRail-medewerkers is naar voren gekomen dat het voorkómen van slijtage aan de infrastructuur het belangrijkste doel van de beperking was.

Binnen ProRail is er door één regioafdeling bezwaar gemaakt tegen het voorgenomen positieve advies van ProRail. Daarbij werden onder andere de volgende argumenten gebruikt:

- er is geen risicoanalyse gemaakt
- de situatie van een 1:9 wissel gevolgd door een tegenboog zou moeten worden beschouwd
- beperking tot 30 kilometer per uur is niet beheersbaar.

Op basis van deze opmerkingen heeft NTC een simulatie uitgevoerd met een 1:9-wissel gevolgd door een tegenboog. Dit bleek inderdaad kritischer te zijn voor wat betreft het criterium voor zijdelingse krachten: dit gaf een overschrijding van de zijdelingse kracht met 7.9% (tegenover een overschrijding van 2,5% zonder tegenboog).

Op 9 september 2003 heeft de Inspectie Verkeer en Waterstaat een Verklaring van Geen Bezwaar (VGB) afgegeven voor de inzet van de trek-duwcombinatie. Daarbij was, zoals door ProRail werd aanbevolen en met NSR afgestemd, een snelheidsbeperking van 30 kilometer per uur van kracht voor wissels met een boogstraal kleiner dan 190 meter en wissels met een hoekverhouding 1:8 en 1:7.

De VGB werd enkele malen voor een half jaar verleend. Deze beperking had te maken met het vertrekproces van de trein en niet met de ontsporingsveiligheid. Op het moment van de ontsporing was er nog geen nieuwe VGB afgegeven terwijl de oude al was verlopen. Omdat de tijdelijkheid van de VGB geen betrekking had op ontsporingsveiligheid heeft de Raad hier verder geen onderzoek naar gedaan.

Na de formele toelating van de trein volgde de formele inzet van de trein in de dienstregeling. Ter voorbereiding daarop heeft NS Reizigers een instructieprogramma voor machinisten opgezet. Deze instructie, die elke machinist moet volgen om met deze trein te mogen rijden, richtte zich alleen op bedieningsaspecten van het nieuwe stuurstandrijtuig. Informatie over de afwijkende maximumsnelheid en het rijgedrag van deze trein in geduwde toestand ontbrak. Wel werden machinisten via andere communicatielijnen geïnformeerd over de afwijkende maximum snelheid²⁷.

5.4.2 Evaluatie

Toelatingsproces

De regelgeving voorziet niet in een formele toelating bij een gewijzigde inzet van een eerder toegelaten trein. Formeel was alleen toelating vereist voor het stuurstandrijtuig. Toch heeft NSR besloten om onderzoek te doen naar de effecten van het duwen van een trein met 12 rjtuigen en de resultaten hiervan voor te leggen aan ProRail en de Inspectie VenW. Het toelatingsproces is verder conform de daarvoor geldende regels (Normblad M-005 van de Inspectie VenW) verlopen. Wel is de Raad van mening dat de Inspectie zich beter had kunnen beperken tot de toelating van het stuurstandrijtuig en dat de Inspectie zich niet had moeten uitlaten over de trein als geheel. Hierdoor ontstaat namelijk de perceptie van een gedeelde verantwoordelijkheid, terwijl NS Reizigers primair verantwoordelijk is voor de veilige inzet van het materieel.

²⁵ Krachten die het wiel in zijdelingse richting op het spoor uitoefent. Wanneer de kracht te hoog wordt kan dit ongewenste slijtage aan het spoor.

²⁶ In een brief van 3 juni 2003 aan NS Reizigers

²⁷ Informatie over de maximum snelheid was bijvoorbeeld opgenomen in de railpocket (digitale informatiedrager) en de Spoorwijzer (informatiebladen voor machinisten waarvoor een leesplicht geldt).

Toelatingsonderzoek te beperkt

De Raad heeft vooral inhoudelijke bezwaren tegen het toelatingsproces. Het toelatingsonderzoek is naar het oordeel van de Raad niet in overeenstemming met de signalen die er waren over de risico's van het rijden met een lange geduwde trein. Ter toelichting het volgende.

- A) In de beginfase van het toelatingsonderzoek werd duidelijk dat het geduwd rijden van een lange trein niet zonder risico's is. Dit bleek uit een kennismaking van NSR met de ervaringen die er mee in Zwitserland zijn opgedaan. Ook de eerste simulatieresultaten wezen op een ontoelaatbaar ontsporingsrisico. Weliswaar waren deze eerste berekeningen gebaseerd op een niet-realistische aanname van de rechtstand tussen twee wissels²⁸, maar het is ook een signaal dat moet nopen tot behoedzaamheid.
- B) De simulaties voor de toelating zijn gebaseerd op uitgangspunten die gunstiger zijn dan de actuele situatie van het spoor. Allereerst betreft dit de rechtstand tussen twee tegengestelde bogen (in dit geval: wissels). Na het opmerken van de niet-realistische aanname van 2,3 meter rechtstand tussen twee wissels is er gesimuleerd met een rechtstand van 12 meter. In de betreffende situatie is 12 meter de norm die voortkomt uit de Ontwerpvoorschriften (OVS). Maar de ontwerpvoorschriften zijn alleen van toepassing voor nieuwe infrastructuur. Dit betekent dat er oudere infrastructuur met kortere rechtstand kan en mag liggen. Dit blijkt ook zo te zijn: in Amsterdam was de rechtstand tussen boog en tegenboog minder dan 6 meter. Bij het simuleren van de meest ongunstige situatie had gesimuleerd moeten worden met de kortst voorkomende rechtstand. Dezelfde redenering geldt voor de wissels. Er is gesimuleerd met 1:9 wissels (de 'krapste' wissel in de ontwerpvoorschriften) maar, met name bij Amsterdam, liggen nog meerdere 1:8 wissels. Deze zijn 'krapper' (kleinere boogstraal en kortere rechtstand) en zorgen daarom voor hogere krachten dan 1:9 wissels. In de simulaties had van deze 1:8 wissels moeten worden uitgegaan.
- C) Het belangrijkste bezwaar van de Raad betreft de waarde die aan de simulatieresultaten is toegekend. De simulatieresultaten geven hoge y/q waarden (maat voor ontsporingsrisico) aan. De maximale y/q-waarde in de eerste simulaties is 0,77 en in de tweede (met aangepaste rechtstand) 0,71, terwijl de norm op 0,8 is gesteld. Wanneer de gevonden waarden gebaseerd waren op wetenschappelijk verantwoorde praktijkproeven zou vastgesteld kunnen worden dat de norm niet wordt overschreden en de trein dus veilig kan worden ingezet. Maar simulatieresultaten zijn geen praktijkproeven. Het simulatiemodel is wel gevalideerd op basis van enkele praktijkmetingen, maar deze metingen waren gericht op comfort- en slijtagenormen en niet expliciet op ontsporingscriteria (y/q; verhouding tussen verticale en horizontale krachten tussen wiel en rail). Naar het oordeel van de Raad zouden de hoge y/q-waarden daarom juist tot behoedzaamheid moeten aanzetten en niet als bewijs mogen dienen voor de veiligheid van de in te zetten treinconfiguratie. Extra praktijkmetingen om meer duidelijkheid te krijgen over de exacte y/q waarden zou naar de mening van de Raad op zijn plaats zijn geweest.

De Raad is, samenvattend, van oordeel dat de risico's die tijdens het toelatingsproces naar boven kwamen, niet goed zijn onderzocht en afgewogen. Een aantal achterliggende factoren ligt hieraan ten grondslag.

Veiligheidsmanagement NS Reizigers

Een achterliggende verklaring voor het niet goed onderzoeken en afwegen van de risico's is de beperkte focus van het veiligheidsmanagementsysteem (VMS) van NS Reizigers op dit punt. De procedures in het VMS zijn beperkt tot het verkrijgen van een toelatingsbewijs en het voldoen aan de daarvoor geldende regels. Het VMS schrijft bij de inzet van nieuw materieel of bij gewijzigde inzet van bestaand materieel geen grondige risico-inventarisatie voor. Terwijl een grondige risico-inventarisatie wel nodig is om de consequenties van de nieuwe of gewijzigde inzet te bepalen voor de opleiding van de machinisten, het onderhoud aan het materieel enzovoort. Bij een grondige risico-inventarisatie waren alle risico's op een rij gezet en alle afzonderlijk onderzocht en geëvalueerd. Nu zijn wel meerdere risico's naar boven gekomen, zoals mogelijke problemen met

²⁸ 1:9-wissels hebben een ingebouwde rechtstand van bijna 5 meter, zodat twee wissels tegen elkaar aan al bijna 10 meter rechtstand hebben. Maar bij 1:8 wissels is dit korter (minimaal ongeveer 8 meter). Wanneer één van beide bogen geen wissel betreft kan de rechtstand nog korter zijn (zoals in Amsterdam het geval was).

buffers, ontsporingrisico door duwkracht van de locomotief en door krappe bogen. Maar deze risico's zijn niet systematisch onderzocht en afgewogen. Over onderzoek naar het effect van langdurig zwaar belasten van de buffers heeft de Raad niets teruggevonden. En het onderzoek naar de ontsporingrisico's is, zoals hierboven uiteengezet, niet diepgaand genoeg geweest.

In de onderzoeksrapporten over de ontsporing van de Inspectie VenW en door NS Reizigers zelf is aandacht besteed aan de opleiding en training van machinisten. Daarbij is al ingegaan op de gebrekkige instructie van machinisten voor het rijden met deze trein. De Inspectie VenW heeft in haar rapport aangegeven dat de wijze waarop de opleiding tot stand is gekomen, niet voldeed aan de interne regels uit het VMS van NS Reizigers. Daaraan kan worden toegevoegd dat bij de instructie van machinisten niet is gesproken over de snelheidsbeperking en afwijkend rijgedrag bij geduwd rijden. Wanneer een grondige risico-inventarisatie had plaatsgevonden, was duidelijk geweest dat grote duwkrachten in krappe bogen ongewenst zijn. Dit aspect had onderdeel moeten uitmaken van het instructieprogramma.

Positief advies ProRail

ProRail heeft vanuit zijn rol als infrabeheerder een positief advies gegeven voor toelating. De Raad begrijpt niet waarom ProRail er niet voor gezorgd heeft dat bij het toelatingsonderzoek de actuele situatie van het spoor gebruikt is. ProRail weet dat er in het hoofdspoor op diverse plaatsen krappe bogen en wissels (type 1:8) voorkomen en dat de rechtstanden tussen bogen niet altijd de op dit moment vereiste lengte hebben. Maar ProRail heeft dit niet ingebracht in het toelatingsonderzoek. Ook heeft ProRail geen maatregelen genomen om krappe bogen en wissels uit te sluiten voor deze trein. Verwacht kon worden dat de trein vroeg of laat door dergelijke bogen en wissels zou rijden. Door het positief advies voor toelating te baseren op een onderzoek dat gebaseerd was op ruimere bogen, wissels en rechtstanden heeft ProRail naar het oordeel van de Raad een onnodig risico genomen.

Toelating door Inspectie VenW

Op basis van de beschikbare onderzoeksrapportages van NSR/NTC en het advies van ProRail heeft Inspectie VenW een Verklaring van Geen Bezwaar afgegeven. De Raad is van mening dat het besluit tot toelating niet zorgvuldig genoeg is genomen. In het dossier van het toelatingsproces is niets terug te vinden van eventuele vragen van de Inspectie VenW over uitgangspunten voor de infrastructuur en over de betrouwbaarheid van simulatieresultaten. Mogelijk zijn deze aspecten wel besproken en meegenomen in de overwegingen, maar niet op papier gezet. De Raad is van mening dat gezien de geconstateerde overschrijding van de normen en de spreiding van de onderzoeksresultaten en de unieke configuratie van deze trein een uitgebreide en schriftelijk vastgelegde evaluatie op zijn plaats was geweest.

Conclusie

Voor alle partijen geldt dat zij het oordeel over de veiligheidsaspecten van deze trein niet hebben beoordeeld op basis van een grondige risicoanalyse. De partijen hebben hun oordeel vooral gebaseerd op simulatieuitkomsten, en een beperkte praktijkmeting. Hoe waardevol deze ook zijn, bij de introductie van een nieuw type trein (met een geduwde trein met die lengte was nog geen ervaring opgedaan) is naar het oordeel van de Raad een grondiger risicoanalyse onontbeerlijk. Zeker gezien het feit dat de risico's tijdens het toelatingsproces wel aan de orde zijn geweest (met name door het bezoek aan Zwitserland). De simulatieresultaten, niet gebaseerd op de actuele situatie van het spoor en zonder wetenschappelijk verantwoorde validatie, bieden onvoldoende basis voor de conclusie dat de inzet van deze lange geduwde trein veilig is.

De Raad is van oordeel dat NSR vanuit haar eindverantwoordelijkheid voor de veiligheid van passagiers kritischer met het gebruik van simulaties had moeten omgaan. Daar hoort ook bij dat NS Reizigers ProRail had moeten aanspreken op de gegevens die de infrabeheerder aanleverde ten behoeve van het toelatingsonderzoek.

ProRail is verantwoordelijk voor de veiligheid van de infrastructuur. Het zorgvuldig aandragen van de actuele situatie van de infrastructuur hoort daar in de ogen van de Raad zeker bij. Dat is niet gebeurd.

Voor wat betreft de rol van de Inspectie VenW is de Raad van mening dat de Inspectie zich beter had kunnen beperken tot de toelating van het stuurstandrijtuig en dat de Inspectie zich niet had moeten uitlaten over de trein als geheel.

5.5 NA DE ONTSPORING GENOMEN MAATREGELEN

Na de ontsporing heeft de Inspectie VenW een nieuwe Verklaring van Geen Bezwaar voor de trek/duw-combinatie afgegeven. In overleg met NS Reizigers en ProRail is daarin de voorwaarde opgenomen dat er niet maximaal 30 maar 25 kilometer per uur gereden mag worden in bogen krapper dan 190 meter en 1:8 en 1:9 wissels. Ook heeft de Inspectie daarbij aangegeven dat in wisselstraten geen grote duw- en remkrachten mogen ontstaan.

Deze nieuwe toelating roept vragen op. Op dat moment bestond immers nog grote onduidelijkheid over de oorzaak van de ontsporing. Dat betekent dat ook niet duidelijk was welke invloed de snelheid op de ontsporing heeft gehad. Daarom was een verlaging van de maximumsnelheid geen garantie dat nieuwe ontsporingen voorkomen konden worden. In algemene zin is het wel zo dat een lagere snelheid de krachten tussen wiel en rail laten afnemen, maar het is nog geen garantie dat het ontsporingrisico op een aanvaardbaar niveau komt. Bovendien is de naleving van een maximumsnelheid van 25 kilometer per uur evenmin geborgd als een maximum snelheid van 30 kilometer per uur. Het ATB-systeem begrenst geen snelheden onder de 40 kilometer per uur en ook hield NS Reizigers geen toezicht op de naleving van de maximumsnelheid van 30 kilometer per uur.

Achteraf blijkt de duwkracht een belangrijke factor te zijn geweest. In berichtgeving aan machinisten na de ontsporing heeft NS Reizigers (na de genoemde brief van de Inspectie VenW) wel aangegeven dat hard remmen en het geven van maximale duwkracht in wisselstraten voorkomen moet worden. Maar NS Reizigers kan dit niet met technische middelen afdwingen. ProRail kan ook niet uitsluiten dat de combinatie van krappe bogen en korte rechte tussenstukken in een rijweg voorkomen. Daarom is het ook niet uitgesloten dat dezelfde combinatie van factoren nog een keer optreedt, met een hoog ontsporingrisico als gevolg. Hierover heeft de Raad in november 2006 een brief aan NS Reizigers en ProRail gestuurd met de aanbeveling om zodanige maatregelen te treffen dat deze combinatie van factoren niet meer kan vóórkomen.

NS Reizigers heeft naar aanleiding van de ontsporing en het onderzoek ernaar alle buffers (incl. bevestiging) van de dit type trein onderzocht. Daarbij zijn volgens NS Reizigers geen onregelmatigheden aangetroffen. Ook geeft NS Reizigers bij onderhoud van dit type trein extra aandacht aan de buffersmering en de wijze van koppelen.

ProRail geeft aan de betreffende wissel (57A) buiten dienst te hebben genomen. Omdat na een uitgevoerde inventarisatie een ander wissel buitendienst genomen is, was het niet meer mogelijk om de rijweg die voor de ontspoorde trein was ingelegd, te gebruiken. Daarnaast heeft ProRail een landelijke inventarisatie uitgevoerd naar locaties waar S-bogen met een straal van minder dan 200 meter met een ingesloten rechtstand van 12 meter voorkomen én waar met geduwde treinen gereden wordt. Bij deze inventarisatie zijn 60 risicosituaties naar voren gekomen. Drie ervan worden met prioriteit nader onderzocht op eventueel te nemen beheersmaatregelen. Daarna zullen voor de overige 57, in afstemming met de vervoerder, beheersmaatregelen worden opgesteld, geïmplementeerd en geborgd. Verder heeft ProRail aangegeven met de Inspectie Verkeer en Waterstaat in gesprek te gaan over gezamenlijke verbetermaatregelen met betrekking tot materieeltoelating en de rol van de infrabeheerder daarin.

6 CONCLUSIES

DIRECTE OORZAAK

1. Sporen op de ongevalslocatie leidden al snel tot de conclusie dat het achterste draaistel van het rijtuig vóór de duwende locomotief als eerste is ontspoord naar de binnenzijde van de boog. Wat er zich daarna heeft afgespeeld is het gevolg geweest van deze ontsporing.
2. Waarom het rijtuig daar en op die manier is ontspoord, was niet exact vast te stellen. Na uitgebreid onderzoek met behulp van simulaties stelt de Raad vast dat er niet één oorzaak is aan te wijzen die op zichzelf de ontsporing kan verklaren. Er is sprake geweest van een combinatie van de volgende factoren; krappe lay-out van de infrastructuur, grote duwkracht, grote lengte van de trein, snelheid en, mogelijk, gebrek(en) aan één of meerdere buffers. Het is onmogelijk gebleken om exact vast te stellen en te reconstrueren welke factoren de doorslag hebben gegeven bij de ontsporing. Wel is de Raad duidelijk geworden dat de combinatie van deze trein (lang, geduwd met vol vermogen) met deze infrastructuur (krappe S-boog, vrijwel ontbrekende rechtstand) risicovol is in die zin dat er weinig voor nodig is om de trein daar te laten ontsporen.
3. De Raad heeft nader onderzoek verricht naar eventuele gebreken aan buffers van de trein. Maar op basis van de beschikbare feiten en simulatieberekeningen komt de Raad tot de conclusie dat er geen direct verband kan worden aangetoond tussen het eventueel falen van een buffer en de ontsporing. Het afbreken van één van de buffers is meest waarschijnlijk het gevolg geweest van de ontsporing en niet (een deel van) de oorzaak.
4. In de simulaties die in opdracht van de Onderzoeksraad zijn uitgevoerd, ontspoord de trein niet. Hiervoor zijn twee verklaringen die elkaar niet uitsluiten. 1. Er is een onbekende onzekerheid in de simulatieresultaten. Het kan daarom zo zijn dat de trein in de simulatie niet ontspoord, maar in praktijk wel. 2. Niet alle factoren zijn onderkend en/of op de juiste wijze in de simulatie meegenomen. Mogelijke niet-ontdekte afwijkingen bijvoorbeeld in de infrastructuur kunnen de doorslag gegeven hebben bij de ontsporing. Dit moeten wel subtiele afwijkingen zijn geweest, want grove afwijkingen (zoals spoorstaafbreek, spoorspatting etc.) zijn niet geconstateerd.

PRORAIL

5. De infrastructuur voldeed niet aan normen die daaraan gesteld werden ten tijde van de aanleg. De ontwerpvoorschriften geven de 1:9-wissel als standaard aan, terwijl er een 1:8 wissel lag, die krappere boogstraal heeft. Daarbij komt dat het rechte tussenstuk tussen deze wissel en de daaropvolgende tegenboog geen 12 meter conform het voorschrift, maar maximaal 6 meter. Formeel mag ProRail van de OVS afwijken, mits daar een schriftelijk vastgelegd besluit over wordt genomen door de manager Technisch-Economisch-Beheer (TEB). ProRail heeft een dergelijk besluit niet kunnen overleggen.
6. Deze van het OVS afwijkende maten hebben een negatief effect op de ontsporingveiligheid. Simulaties geven de indicatie dat in de betreffende situatie de krachten tussen wiel en rail grotere schommelingen te zien geven (met name grotere wielontlasting) dan in een S-boog die wel voldoet aan de ontwerpvoorschriften.
7. De exacte rechtstand en de boogstraal van de tegenboog waren onbekend. ProRail beschikte niet over metingen van vóór de ontsporing, en de boogstraal is ook niet meegenomen in de metingen die na de ontsporing door ProRail zijn uitgevoerd. De Raad concludeert dat de kennis van ProRail over de exacte ligging van het spoor tekort schiet. ProRail heeft ook geen overzicht van de plaatsen waar de spoorlay-out afwijkt van de ontwerpvoorschriften.
8. Er blijkt weinig kennis te bestaan over de effecten van kortere rechtstand tussen S-bogen. Over het effect van rechtstanden op de veilige berijdbaarheid, bestaat verschil van inzicht tussen spoorexperts. ProRail beschikt over onvoldoende kennis over S-bogen in het algemeen en de lengte van het rechte tussenstuk in het bijzonder om de veiligheid van afwijkende spoor situaties (zoals de onderhavige) goed te kunnen beoordelen.

NS REIZIGERS

9. De trek-duwcombinatie met 12 rijtuigen kan als een nieuw treinconcept worden aangemerkt. Deze treinconfiguratie is ongeveer 50% langer dan de al eerder geïntroduceerde Beneluxtrein, die 8 rijtuigen heeft. Met de effecten hiervan had NS Reizigers geen ervaring. Daarom heeft NSR hier onderzoek laten doen. Dit onderzoek leverde enkele belangrijke waarschuwingen op. Ervaring met lange geduwde treinen in Zwitserland leerde dat aanpassingen aan de trein wel eens nodig zouden kunnen zijn en dat uitgebreid onderzoek met praktijktesten en metingen belangrijk is.
10. Het vervolgonderzoek voor de toelating bestond uit een praktijkproef en simulaties. Eerste simulatieresultaten leidden ook tot de aanbeveling om deze trein niet zondermeer in dienst te nemen. Later bleken deze resultaten gebaseerd te zijn op een onrealistische aanname over de rechtstand tussen twee wissels. Vervolgens is gesimuleerd met 12 meter (rechtstand volgens de ontwerpvoorschriften), terwijl in de simulatie van 2.3 meter was uitgegaan. Maar de situatie in Amsterdam met maximaal 4 meter rechtstand tussen wissel en tegenboog heeft geleerd dat deze aanname minder onrealistisch was dan werd aangenomen.
11. Uit het toelatingsonderzoek blijkt dat een geduwde trein hogere krachten tussen wiel en rail veroorzaakt dan eenzelfde trein in getrokken toestand. De simulaties die de Onderzoeksraad heeft laten uitvoeren bevestigen dit beeld. De grootste krachten zijn te vinden in de wagen vóór de duwende locomotief (de wagen die als eerste is ontspoord) en ook op de plaats waar de wagen daadwerkelijk is ontspoord (bij het begin van de tegenboog).
12. Simulaties zijn een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. De exacte ligging van de infrastructuur was niet helemaal bekend, wat de betrouwbaarheid van de uitkomsten vermindert. Ook is het gebruikte model met name voor wat betreft ontsporingcriteria niet zodanig gevalideerd dat nauwkeurig bekend is in hoeverre de uitkomsten overeenkomen met de krachten die zich in werkelijkheid hebben voorgedaan. De in de simulatie gevonden waarden ten aanzien van ontsporingrisico komen in de buurt van de maximale waarden. Gezien de geschetste onzekerheid in de simulatieresultaten is het reëel te veronderstellen dat in praktijk de maximale waarden wel overschreden kunnen zijn en/of dat er maar weinig voor nodig is om de trein te laten ontsporen.

DE TOELATING

13. De Raad is van oordeel dat het toelatingsproces teveel heeft geleund op simulatieresultaten. In situaties waarbij uit onderzoek duidelijk wordt dat veiligheidsmarges op geen enkele wijze in het gedrang komen, zou het werken met simulatieresultaten afdoende kunnen zijn. Maar in een situatie zoals de onderhavige, waarbij er signalen zijn over de risico's en waarbij simulatieresultaten er op wijzen dat veiligheidsgrenzen benaderd worden in vergelijking met andere treinconfiguraties, zijn simulatieresultaten een te magere basis. De conclusie dat de inzet van de trein veilig is, zou dan (ook) gebaseerd moeten zijn op wetenschappelijk verantwoorde praktijkproeven waaruit blijkt dat de belangrijkste normen inderdaad niet worden overschreden. Daarbij dient ook de discussie gevoerd te worden hoe groot de veiligheidsmarge zou moeten zijn om eventuele te verwachten afwijkingen (snelheidsoverschrijding, defecten aan buffer) te kunnen compenseren.
14. ProRail, die advies geeft ten behoeve van de toelating, zou er garant voor moeten staan dat het onderzoek is gebaseerd op de actuele situatie van het spoor. In het onderzochte toelatingsproces was dit niet geval. In de simulaties is op voorspraak van ProRail gerekend met 1:9-wissels en een rechtstand die voldeed aan de ontwerpvoorschriften terwijl in praktijk ongunstiger situaties voorkomen.
15. De rol van de Inspectie Verkeer en Waterstaat is in dit geval beperkt omdat niet de gehele trein wettelijk behoefde te worden toegelaten. Toch heeft de Inspectie VenW dit toelatingsonderzoek in behandeling genomen en een tijdelijk toelatingsbewijs afgegeven. De Raad is van mening dat de Inspectie dit beter niet had kunnen doen om de verantwoordelijkheden helder te houden. De Raad constateert verder dat de Inspectie VenW bij het beoordelen van het toelatingsonderzoek niet expliciet is ingegaan op de vraag of het onderzoek wel een voldoende basis was om een veilige inzet van dit type te trein te kunnen garanderen, vooral ook in het licht van de waarschuwingen die uit het toelatingsonderzoek

naar boven kwamen. Ook de Inspectie dient zich in de toekomst de vraag te stellen in hoeverre simulatieresultaten voldoende bewijs bieden of een trein veilig inzetbaar is.

EINDCONCLUSIE

16. De oorzaak van de ontsporing op 15 augustus op Amsterdam Centraal is complex gebleken. Hoe en waar de trein is ontspoord, is duidelijk geworden, maar waarom de trein daar en op die manier is ontspoord niet. Er is niet één oorzaak aan te wijzen die op zichzelf de ontsporing kan verklaren. Voor de Raad is wel duidelijk geworden dat dit type trein, met volle kracht geduwd over het betreffende stuk spoor, grote krachten oproept. Naar de mening van de Raad dermate hoge krachten dat deze combinatie van trein en spoor onwenselijk moet worden geacht.
17. Zowel in de simulaties tijdens het toelatingsonderzoek als in de simulaties die de Onderzoeksraad zelf gehouden heeft, blijft het ontsporingrisico net binnen de normen die daarvoor internationaal worden gehanteerd. Bij de Raad heeft dit de vraag opgeroepen in hoeverre deze simulatiemodellen geschikt zijn om in uitzonderlijke omstandigheden uitkomsten te genereren die betrouwbaar genoeg zijn om de toelating op te baseren. Zeker gezien de waarschuwingen die er waren over de risico's van het rijden met lange geduwde treinen was naar het oordeel van de Raad een grotere voorzichtigheid gewenst. Wetenschappelijk verantwoorde praktijkmetingen zijn in die omstandigheden noodzakelijk om daadwerkelijk te kunnen vaststellen of het ontsporingrisico binnen de internationaal gebruikte normen blijft.
18. Alle betrokken partijen hebben een eigen verantwoordelijkheid in het toelatingsproces. NS Reizigers is verantwoordelijk voor het veilig vervoeren van passagiers en daarmee voor het inzetten van veilig materieel. Dit betekent dat bij het inzetten van een nieuwe of gewijzigde treinconfiguratie de risico's hiervan diepgaand geanalyseerd en eventuele risico's adequaat beheerst moeten worden. ProRail is verantwoordelijk voor de het in goede conditie houden van het spoor en daarmee voor het kennen van de actuele situatie van het spoor. Vervolgens dient deze kennis ook gebruikt te worden bij het adviseren over toelating van nieuw materieel. De Inspectie VenW is verantwoordelijk voor het toezicht op de veiligheid in het railsysteem. De Raad is op grond van de voorgaande conclusies van oordeel dat de invulling die alle partijen aan hun eigen verantwoordelijkheid hebben gegeven, voor verbetering vatbaar is. Aanbevelingen hiervoor zijn opgenomen in het volgende hoofdstuk.

7 AANBEVELINGEN

1. NS Reizigers wordt aanbevolen er voor zorg te dragen dat bij de introductie van een nieuwe of gewijzigde trein de evaluatie van de risico's wordt gebaseerd op de actuele situatie van het spoor en op wetenschappelijk verantwoorde praktijkproeven/metingen (en niet enkel op grond van niet of onvoldoende gevalideerde simulatieresultaten).
2. ProRail wordt aanbevolen om een landelijk overzicht te ontwikkelen van punten in het spoorwagennet die niet voldoen aan de vigerende ontwerpvoorschriften en transparante besluiten te nemen over hoe met deze afwijkingen zal worden omgegaan. Tevens dient ProRail ervoor te zorgen dat afwijkingen als actuele situatie van het spoor worden meegenomen in toelatingsonderzoeken. Expliciet dient daarbij aandacht gegeven te worden aan boogstralen en rechtstanden tussen bogen.
3. De Inspectie Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen formele uitspraken over specifieke toelatingsen achterwege te laten wanneer een uitspraak niet wettelijk vereist is. De Inspectie wordt aanbevolen zich wel een generiek oordeel te vormen over de wijze waarop vervoerders en notified bodies materieel toelaten en in het bijzonder over de deugdelijkheid van de daarbij gehanteerde uitgangspunten en onderzoeksmethodieken.

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 Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties verstuurd te worden.

BIJLAGE 1 ONDERZOEKSVERANTWOORDING

Start van het onderzoek

Op 6 juni, 10 juni en 15 augustus 2005 ontspoorde een trein op het westelijke emplacement van Amsterdam Centraal. In eerste instantie werd een verkenning uitgevoerd naar de eerste twee ontsporingen. Na de derde ontsporing besloot de Raad tot een gezamenlijk onderzoek naar deze drie ontsporingen. Op 14 september is het plan van aanpak voor het onderzoek goedgekeurd waarna het onderzoek van start kon gaan.

De onderzoeksopdracht was drieledig:

- Het verifiëren van de directe oorzaak van alle drie de ontsporingen op basis van informatie die door Inspectie VenW en betrokken partijen is aangeleverd.
- Het nader onderzoeken van die aspecten waar in de ogen van de Raad de meeste lering uit lijkt te halen. Gezien de combinatie van drie ontsporingen in één onderzoek is het daarbij belangrijk om het aantal nader te onderzoeken aspecten te beperken.
- Onderzoek doen naar gemeenschappelijke veiligheidstekorten die achter de drie ongevallen liggen.

Onderzoeksteam

De volgende personen hebben aan het onderzoek meegewerkt:

drs. T.J. van den Berg, projectleider
ing. A. Sloetjes, sectorsecretaris
drs. R.E. Schreuders, secretaris-rapporteur
ir. W. Walta, onderzoeker
W. Boutkan, onderzoeker
dr. E.M. de Croon, analist

Voortgang van het onderzoek

Op 30 september is in Den Haag een startbijeenkomst gehouden waarbij alle betrokken partijen vertegenwoordigd waren. Het doel, de globale werkwijze en de planning zijn in deze bijeenkomst besproken.

Het Raadsonderzoek naar de brand in het cellencomplex op Schiphol-Oost op 26 oktober 2005 heeft veel capaciteit binnen de Onderzoeksraad gevergd. Dit heeft consequenties gehad voor de doorlooptijd van het onderzoek.

Maart 2006 heeft de Raad besloten het onderzoek in tweeën te splitsen. Inmiddels was duidelijk dat de eerste twee ontsporingen een andere oorzaak hadden dan de derde ontsporing, zodat een gemeenschappelijke oorzaak van de drie ontsporingen kon worden uitgesloten. Voor de eerste twee ontsporingen was het (beperkte) onderzoek inmiddels zo goed als afgerond, terwijl het onderzoek naar de derde ontsporing nog in volle gang was. Daarom is besloten over de eerste twee ontsporingen eerst te rapporteren en in een later stadium apart over de derde ontsporing. Het rapport over de eerste twee ontsporingen is gepubliceerd op 30 november 2006.

Methoden en technieken

Het onderzoek is gestart met het verzamelen en analyseren van de rapportages van betrokken partijen over de ontsporingen, inclusief onderliggend materiaal. Er is een Tripod-analyse gemaakt ter ondersteuning van de analyse. Vervolgens is gestart met het houden van interviews bij NS Reizigers, ProRail en Inspectie VenW om e.e.a. te verifiëren en nadere vragen te stellen. Verslagen van interviews zijn voor commentaar aan de geïnterviewden voorgelegd.

Bij het onderzoek naar de directe oorzaak is gebruik gemaakt van simulatietechnieken. De simulaties voor dit onderzoek zijn uitgevoerd met het simulatieprogramma 'Simpack'. Dit is een programma dat internationaal gebruikt wordt ten behoeve van ontwikkeling en testen van spoorwegmaterieel. De basis van dit model wordt ook gebruikt voor toepassingen in andere sectoren. Het simulatieonderzoek is in opdracht van de Onderzoeksraad door DeltaRail B.V. verricht.

Met betrekking tot de beoordeling van de infrastructuur ter plaatse is nader advies gevraagd aan en geleverd door Esveld Consulting Services BV en door Lloyd's Register Rail Europe BV.

Inzage

Na positief advies van de Commissie Railverkeer en goedkeuring van de Raad is een concept-rapport ter inzage gestuurd. Het concept-rapport is aan de volgende partijen gestuurd:

- ProRail
- NS Reizigers
- Hoofd Afdeling Spoor van Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Inspectie Verkeer en Waterstaat.

Op 18 april 2007 heeft de Onderzoeksraad een bijeenkomst georganiseerd om enkele achterliggende onderzoekresultaten te presenteren en om de gelegenheid te geven aanvullende vragen te stellen na lezing van het conceptrapport.

Alle betrokken partijen, hebben schriftelijk gereageerd op het ter inzage gestuurde conceptrapport.

De Raad heeft de reacties zo goed mogelijk in het voorliggende rapport verwerkt. De algemene teneur van de reacties NSR, het ministerie en de inspectie was dat de stellige conclusies niet voldoende onderbouwd werden door de weergegeven feiten en de analyse daarvan. Daarbij pleitten de reacties van de betrokken partijen ook voor enige nuanceringen en wijzigingen in de weergave van de feiten en van de analyse. De Onderzoeksraad heeft na zorgvuldige bestudering van één en ander de nodige wijzigingen aangebracht in de hoofdstukken over de feiten en de analyse, en de toon van de conclusies aangepast. Naar het oordeel van de Raad is hiermee in grote lijnen recht gedaan aan de belangrijkste opmerkingen van de betrokken partijen.

Enkele gemaakte opmerkingen zijn niet door de Raad meegenomen in de eindversie van het rapport. Dit betreft de volgende opmerkingen. Hierbij wordt overigens alleen ingegaan op opmerkingen die direct gerelateerd zijn aan de feiten. Op meningen en oordelen wordt verder niet ingegaan.

De Inspectie VENW geeft aan dat op grond van de gevonden feiten de defecte buffer zwaarder zou moeten meewegen bij de verrichte simulaties.

De Onderzoeksraad heeft simulaties uitgevoerd waarin het ontbreken en het afbreken van een buffer is gesimuleerd. Zowel in de inzageversie als de voorliggende versie is vermeld dat dit in de simulatie (met inbegrip van geconstateerde spoor-layout en maximale duwkracht) niet tot een ontsporing leidt. Ondanks de geconstateerde onzekerheid van simulatie-uitkomsten kan dit als belangrijke indicatie worden gezien dat eventuele gebreken aan de buffer geen hoofdrol hebben gespeeld. Daarbij komt dat visueel onderzoek van de gevonden bout heeft geleerd dat het afbreken ervan met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid als gevolgschade moet worden aangemerkt. Er zijn geen sporen van vermoeiingsscheuren in de bout gevonden. Ondanks het feit dat er sporen waren van een te lage voorspanning in één van de verbindingen tussen buffer en wagen, heeft dit de Onderzoeksraad tot de conclusie gebracht dat de buffer hoogstwaarschijnlijk als gevolg van de ontsporing is bezweken. En mocht de buffer toch zijn bezweken vóór de ontsporing, dan is het een minder belangrijke factor geweest dan de combinatie van geduwd rijden, krappe spoor-layout en maximale aandrijfkrachten.

NS Reizigers en de Inspectie VENW stellen dat in het toelatingsonderzoek wel van de de meest ongunstige situatie van het spoor is uitgegaan omdat er gesimuleerd is met maximale fout in hoogteligging en scheluwte en (ook in vergelijking met de gesimuleerde fouten) het verschil tussen 1:8-wissel en 1:9-wissel marginaal is..

De Onderzoeksraad is van mening dat niet alleen met 1:8-wissel, maar ook met kortere rechtstand gesimuleerd had moeten worden omdat beide in praktijk voorkomen. De effecten hiervan hadden in samenhang met de genoemde maximale fouten moeten worden gezien. Ook al is het verschil tussen een 1:8 wissel en 1:9 wissel geen tientallen procenten, in combinatie met de andere factoren kan een paar procent verschil substantieel effect hebben op de ontsporingveiligheid.

NS Reizigers en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat geven beide aan dat op basis van simulatieresultaten die binnen de ontsporingsgrenzen blijven niet de conclusie mag getrokken mag worden dat de situatie onveilig is.

In de eerste plaats is het zo dat de ontsporing heeft aangetoond dat de betreffende situatie onveilig was. Vervolgens is de betreffende situatie zo goed mogelijk in kaart gebracht en heeft de Onderzoeksraad die ingevoerd in een simulatiemodel. De simulatieresultaten geven aan dat de ontsporingsgrenzen dicht benaderd worden (y/q 0,72 tegenover 0,8 en wielontlasting van 92% tegenover 100%), en dat deze pieken ook precies bereikt worden op de plaats waar de trein ook daadwerkelijk is ontspoord. Wanneer deze genoemde waarden nu het resultaat waren geweest van wetenschappelijk verantwoorde praktijkproeven zou nog geconcludeerd kunnen worden dat de

situatie veilig is. Maar nu deze waarden komen uit simulaties waarvan de betrouwbaarheid niet exact bekend is, is deze conclusie voorbarig. Het is niet uitgesloten dat de waarden in praktijk hoger liggen (en de ontsporingsgrenzen overschrijden) dan uit de simulatie naar voren komt. Zolang er dergelijke twijfels bestaan over de veiligheid van de situatie en er ook daadwerkelijk een trein is ontspoord, spreekt de Raad over een onveilige situatie.

NS Reizigers geeft aan dat een aantal factoren inderdaad voor hogere zijdelingse krachten zorgen, maar dat dit de ontsporingveiligheid niet beïnvloedt, omdat ook de verticale krachten toenemen zodat de y/q waarde (belangrijkste ontsporingscriterium) ongeveer gelijk blijft en beneden de maximum grenswaarde blijft.

Het kan grosso modo zo zijn dan gelijktijdig met het oplopen van zijdelingse krachten ook de verticale krachten oplopen, maar beide krachten zijn niet direct aan elkaar gerelateerd. Zeker bij snel wisselende rijrichtingen (zoals in een krappe S-boog) en in duwende toestand kunnen beide krachten een grillig verloop krijgen en tot pieken in de y/q waarde leiden (wat ook daadwerkelijk te zien is in de simulaties). Dat de trein naar de binnenkant van de boog is ontspoord is ook een duidelijk signaal dat zich hier niet het 'voorspelbare' fenomeen van een naar de buitenkant van de boog opklimmend wiel heeft voorgedaan. Er is sprake geweest van een veel grilliger verloop van de krachten dan in een 'standaardboog' het geval is. Dat de waarden in de simulatie beneden de grenswaarde blijven biedt ook geen garanties voor de veiligheid (zie vorige alinea).

De uitkomsten van de simulaties die de Onderzoeksraad heeft gedaan komen redelijk overeen met de resultaten van de simulaties die NS Reizigers heeft laten uitvoeren. NS Reizigers geeft aan dat dit vertrouwen geeft in de nauwkeurigheid van de berekeningen.

De Raad is van oordeel dat het voor de hand ligt dat beide gebruikte simulatiemodellen vergelijkbare (on)nauwkeurig hebben. Beide zijn gebaseerd op de laatste stand van de simulatietechniek. Van beide modellen zijn de Raad echter geen exacte nauwkeurigheid / betrouwbaarheidsgegevens bekend. Beide modellen zijn globaal gevalideerd voor deze situatie, maar niet specifiek, zodat de uitkomsten, zeker voor wat betreft ontsporingrisico's, alleen met de nodige voorzichtigheid gebruikt kunnen worden. De Raad is van oordeel dat de uitkomsten wel indicaties geven of een situatie meer of minder risicovol is, maar in op zichzelf genomen geen bewijs geven of een bepaalde situatie veilig is. Daarvoor zijn meer meetgegevens nodig.

De Raad heeft op 4 december 2007 het definitieve rapport vastgesteld.

BIJLAGE 2 TUSSENTIJD'S BERICHT AAN PRORAIL EN NS REIZIGERS

DATUM	UW KENMERK	BLADNUMMER
december 2007	ONS KENMERK	
CONTACTPERSOON	PROJECTNUMMER	BIJLAGE(N)
DOORKIESNUMMER		
070-3337028		

Deze brief is verstuurd aan:

- *NS Reizigers*
- *ProRail*
- *cc. Inspectie Verkeer en Waterstaat,
Toezichteenheid Rail*

ONDERWERP
Tussenbericht inzake onderzoek ontsporing Amsterdam 15-08-05

Geachte heer,

Bij deze wil de Raad u bericht doen van het lopende onderzoek naar de ontsporing bij Amsterdam Centraal op 15 augustus 2005. De Raad acht de inzichten die zij na ruim een jaar onderzoek heeft verkregen van zodanig belang dat zij voorafgaand aan de afronding van het rapport die inzichten alvast met u wil delen middels deze brief.

Bevindingen

In opdracht van de Onderzoeksraad zijn diverse simulatieberekeningen uitgevoerd naar de ontsporingveiligheid van de geduwde trein met 12 rijtuigen. Daarbij is in eerste instantie de vraag aan de orde geweest in hoeverre de ontsporingkansen van een geduwde trein verschillen van die van een getrokken trein onder de omstandigheden die zich tijdens de ontsporing op 15 augustus 2005 hebben voorgedaan. Het in opdracht van de Raad voor dit onderzoek ontwikkelde en gevalideerde rekenmodel is toegepast op de ontsporingssituatie in Amsterdam en de factoren zijn onderzocht die hierop van invloed zijn geweest.

Op basis van bovengenoemd onderzoek mag de conclusie worden getrokken dat er sprake is van een potentieel gevaarlijke situatie wanneer de trein geduwd over het bewuste spoortracé rijdt. Deze gevaarlijke situatie wordt meer specifiek veroorzaakt door het met maximale duwkracht geduwd rijden in een S-boog met krappe boogstralen (met een straal kleiner dan 200 meter), waarbij de rechte overgang tussen beide bogen erg kort is (kleiner dan 12 meter).

Maatregelen na het ongeval

Na de ontsporing op 15 augustus is de maximumsnelheid van de trein op het emplacement van Amsterdam Centraal verlaagd van 30 naar 25 kilometer per uur. Uit het onderzoek is echter gebleken dat de snelheid geen doorslaggevende factor is.

ProRail heeft desgevraagd te kennen gegeven dat zij niet in staat is om aan te geven of en zo ja waar vergelijkbare kritische spoor situaties te vinden zijn in het Nederlandse spoorwegnet. Daarom is op dit moment niet uitgesloten dat een combinatie van factoren zoals die zich op 15 augustus 2005 heeft voorgedaan, zich opnieuw kan voordoen.

Aanbeveling

Op grond van bovenstaande wordt ProRail en NS Reizigers aanbevolen in gezamenlijk overleg tot zodanige maatregelen te komen, dat de beschreven combinatie van factoren (lange geduwde trein, maximale duwkracht, krappe S-boog met kort recht tussenstuk), niet meer voor kan komen.

Met vriendelijke groet,

BIJLAGE 3 BEOORDELINGSKADER ONDERZOEKSRaad

In beginsel kan de wijze van invulling van de eigen verantwoordelijkheid voor veiligheid door een organisatie worden getoetst en beoordeeld vanuit verschillende invalshoeken. Er is dan ook geen universeel handboek dat in alle situaties toepasbaar is. Dit ondanks het feit dat sinds de 90-er jaren van de vorige eeuw de eigen verantwoordelijkheid voor veiligheid een steeds zwaarder accent heeft gekregen. Daarom heeft de Raad zelf vijf veiligheidsaandachtspunten geselecteerd die een idee geven welke aspecten (in meer of mindere mate) een rol kunnen spelen. De Raad is van oordeel dat deze keuze gerechtvaardigd is aangezien deze veiligheidsaandachtspunten opgenomen zijn in tal van (inter-)nationale wet- en regelgeving en in een groot aantal breed geaccepteerde en geïmplementeerde normen. De volgende aandachtspunten worden onderscheiden:

1. Inzicht in risico's als basis voor veiligheidsaanpak

Startpunt voor het bereiken van de vereiste veiligheid is:

- een verkenning van het systeem en daarna
- een inventarisatie van de bijbehorende risico's .

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

2. Aantoonbare en realistische veiligheidsaanpak

Ter voorkoming en beheersing van ongewenste gebeurtenissen dient een realistisch en praktisch toepasbare veiligheidsaanpak (ofwel veiligheidsbeleid), inclusief de bijbehorende uitgangspunten, vastgelegd te worden. Deze veiligheidsaanpak dient op managementniveau vastgesteld en aangestuurd te worden. Deze veiligheidsaanpak is gebaseerd op:

- relevante vigerende 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.

3. Uitvoeren en handhaven veiligheidsaanpak

Het uitvoeren en handhaven van de veiligheidsaanpak en het beheersen van de geïdentificeerde risico's vindt plaats door:

- Een beschrijving van de wijze waarop de gehanteerde veiligheidsaanpak tot uitvoering wordt gebracht, met aandacht voor de concrete doelstellingen, plannen inclusief de daaruit voortvloeiende preventieve en repressieve maatregelen.
- Transparante, eenduidige en voor ieder toegankelijke verdeling van verantwoordelijkheden op de werkvloer voor de uitvoering en handhaving van veiligheidsplannen en maatregelen.
- Duidelijke vastlegging van de vereiste personele inzet en deskundigheid voor de verschillen taken.
- Een duidelijk en actieve centrale coördinatie van veiligheidsactiviteiten.

4. Aanscherping veiligheidsaanpak

De veiligheidsaanpak dient continue aangescherpt te worden op basis van:

- De periodiek en in ieder geval bij iedere wijziging van uitgangspunten, uitvoeren van (risico)analyses, observaties, inspecties en audits (proactieve aanpak).
- Een systeem van monitoring en onderzoek van incidenten, bijnaongevallen en ongevallen, alsmede een deskundige analyse daarvan (reactieve aanpak).

Op basis hiervan worden evaluaties uitgevoerd en wordt eventueel door het management de veiligheidsaanpak bijgesteld. Tevens worden verbeterpunten aan het licht gebracht waarop actief kan worden gestuurd.

5. Management sturing, betrokkenheid en communicatie

Het management van de betrokken partijen/organisatie dient:

- Intern zorg te dragen voor duidelijke en realistische verwachtingen ten aanzien van de veiligheidsambitie, zorg te dragen voor een klimaat van continue verbetering van de veiligheid op de werkvloer door in ieder geval het goede voorbeeld te geven en ten slotte voldoende mensen en middelen hiervoor beschikbaar te stellen.
- Extern duidelijk te communiceren over de algemene werkwijze, wijze van toetsing daarvan, procedures bij afwijkingen etc. op basis van heldere en vastgelegde afspraken met de omgeving.

BIJLAGE 4 FEITELIJK VERSLAG LAY-OUT INFRASTRUCTUUR

Documenten

Het onderzoek naar de lay-out van de infrastructuur is verricht op basis van de volgende documenten:

- interviewverslagen contactpersonen Inspectie VenW, NS Reizigers en ProRail
- Simulatie ontsporing ICR trek-duw te A'dam CS op 15 augustus 2005 (AEA Technology, 18 augustus 2006)
- Id, aanvullend onderzoek (DeltaRail, 13 november 2006)
- 'Advies 3^{de} ontsporing Amsterdam', (Esveld Consulting Services BV, 17 oktober 2006)
- Memo 'Internationale regelgeving op het gebied van rechtstand tussen bogen' (Lloyd's Register, 23 oktober 2006)

Boogstraal en tegenboog

Er bestaat onduidelijkheid over de boogstraal van de tegenboog. Op de ontwerptekeningen is aangegeven dat de boogstraal 200 meter is. Maar of er ook daadwerkelijk een boog is aangelegd met een straal van 200 meter is onbekend. Er is geen 'as built'-tekening van het emplacement. Ook heeft ProRail geen metingen van deze boog beschikbaar. Vervolgens zijn er na de ontsporing allerlei metingen door ProRail aan de infrastructuur gedaan, maar is de boogstraal van deze tegenboog niet opgemeten. ProRail heeft in gesprekken aangegeven dat dit wel had moeten gebeuren. ProRail had wel de beschikking over een luchtfoto van het emplacement van voor het ongeval. Met deze foto is een grove inschatting te maken van de boogstraal. ProRail zelf concludeert daaruit dat de boogstraal hoogstwaarschijnlijk niet kleiner is geweest dan 190 meter. De Raad is in het onderzoek van deze waarde uitgegaan.

Na de ontsporing is het spoortraject hersteld. Voordat het in dienst werd genomen zijn metingen verricht, waarbij onder andere de betreffende tegenboog is opgenomen. Toen bleek dat er sprake was van een 'clothoïde-achtige boog' waarbij de boogstraal varieerde van ongeveer 300 tot 150 meter. Voor indienstname is dit zodanig aangepast dat de boog een ongeveer constante boogstraal van 200 meter kreeg.

Verder bestaat er onduidelijkheid over de lengte van het rechte tussenstuk tussen wissel en tegenboog. Hiervoor geldt ook dat er zowel na de aanleg als na de ontsporing geen metingen zijn verricht. Ook voor deze waarde was de Raad daarom afhankelijk van de genoemde luchtfoto. Deltarail heeft op basis hiervan de rechtstand tussen wissel en tegenboog geschat op 3.5 meter.

Regelgeving voor bogen en wissels

Op het moment van het ongeval was de nieuwe spoorwegwet van kracht. In dit verband is artikel 8 van de Regeling hoofdspoorweginfrastructuur relevant. Daarin is opgenomen dat bij een snelheid van 40 kilometer per uur de boogstraal minimaal 190 meter dient te zijn. De boogstraal waarin de eerste ontsporingstekenen zijn waargenomen voldeed waarschijnlijk wel aan deze eis, als de inschatting van ProRail correct is. Volledige zekerheid hierover is niet meer te verkrijgen, zoals aangegeven in de vorige paragraaf.

Wissels met een hoekverhouding van 1:8 voldoen feitelijk niet aan de nieuwe spoorwegwet omdat deze een boogstraal hebben van 184 meter. Dit gold dus ook voor de bereden wissel 57A.

Uit de toelichting op de wet blijkt echter dat de betreffende voorschriften alleen van toepassing zijn op nieuwbouw en niet met terugwerkende kracht op bestaand spoor. Ten tijde van de aanleg van het spoor waren de Ontwerpvoorschriften Railinfrastructuur (OVS) van kracht. Daarin is voor boogstralen een minimum eis van 160 meter vastgesteld.

Regelgeving voor rechtstanden

In de nieuwe spoorwegwet is een bepaling opgenomen over de minimale rechtstand tussen twee bogen. In artikel 8 van Regeling hoofdspoorweginfrastructuur is opgenomen dat na richtingsverandering de beschikbare stabilisatietijd ten minste 2 seconden moet zijn (wat bij 40 km/uur neerkomt op 24 meter). Het betreffende stukje spoor voldeed hier met ongeveer 3,5 meter niet aan. Maar de betreffende regeling is, zoals gezegd, alleen van kracht voor nieuwe infrastructuur.

Van de 'oude' voorschriften is in dit verband het 'ontwerpvoorschrift wissels en kruisingen' (OVS00056-6.1) van toepassing. Dit ontwerpvoorschrift dateert van 1 juli 2003. Daarin is een eis van 1 seconde opgenomen (wat bij 40 km/uur neerkomt op 12 meter). Ook hieraan voldeed het betreffende spoor niet. Formeel mag ProRail van de OVS afwijken, mits daar een schriftelijk

vastgelegd besluit over wordt genomen door de manager Technisch-Economisch-Beheer (TEB). ProRail heeft een dergelijk besluit niet kunnen overleggen.

Discussie over veiligheidseffect rechtstanden

De Raad heeft nader onderzoek gedaan naar het belang van de lengte van rechtstanden tussen bogen. Daarbij is advies ingewonnen van professor Esveld van de TU Delft. Het volgende is daaruit gebleken. De lengte van de rechtstand tussen twee bogen is van invloed op het comfort van de reizigers en op de veiligheid. Ten aanzien van het comfort geldt dat naarmate de rechtstand korter is de passagiers sneller na elkaar tegengesteld gerichte dwarskrachten ondergaan. Dit doet afbreuk aan het comfort. Ten aanzien van de veiligheid is het effect van een kortere rechtstand tweeledig: de relatieve bufferverplaatsingen worden groter en de dwarskrachten worden groter. Het eerste vergroot de kans op nevenbuffering en het tweede verhoogt het ontsporingrisico.

Zowel het comfort als de ontsporingveiligheid hangen met veel meer andere factoren samen dan alleen de rechtstand tussen twee bogen. Voor het risico van nevenbuffering en ontsporing is bijvoorbeeld ook van belang hoe hoog de langskrachten zijn en in welke richting deze werken. Bij geduwd rijden en bij maximale duwkracht versterken de genoemde factoren elkaar. Ook geldt dat de negatieve invloed van een kortere rechtstand toeneemt naarmate de snelheid toeneemt.

Voor zowel de comfort- als de veiligheidsaspecten geldt dat er discussie mogelijk is over de negatieve invloed hierop van korte rechtstanden (en daarmee over de minimaal te hanteren lengte). Volgens het OVS is het veiligheidsaspect het meest kritisch en daarmee bepalend geweest voor de daarin voorgeschreven minimale lengte. Volgens professor Esveld is echter op dit punt het comfortaspect kritischer en dus bepalend voor de normen ten aanzien van de rechtstand tussen bogen. Dit neemt echter niet weg dat een (te) korte rechtstand ook een negatieve invloed heeft op de veiligheid. De mate waarin dat het geval is, hangt zoals gezegd mede af van andere factoren.

Er is nog het volgende op te merken over de lengte van de rechtstand tussen bogen:

- er is, mede gelet op de reactie van professor Esveld, kennelijk geen duidelijk beeld over de eisen die vanwege veiligheidsrisico's aan de rechtstand moeten worden gesteld
- de simulaties hebben aangetoond dat het verminderen van de rechtstandlengte forse consequenties kan hebben op de relatieve bufferverplaatsingen. Deze kunnen toenemen tot circa 55 cm bij het volledig weglaten van de rechtstand. Dit is veel te noemen gezien het gegeven dat de betreffende buffers 60 cm breed zijn. Ook geven de simulaties aan dat wielontlasting groter is in vergelijking met langere rechtstand (12 meter, conform ontwerpvoorschriften).

BIJLAGE 5 FEITELIJK VERSLAG SIMULATIE-ONDERZOEK

Documenten

Het simulatie-onderzoek dat de Onderzoeksraad heeft laten uitvoeren is vastgelegd in de volgende documenten:

- Simulatie ontsporing ICR trek-duw te A'dam CS op 15 augustus 2005 (AEA Technology, 18 augustus 2006)
- Id, aanvullend onderzoek (DeltaRail, 13 november 2006)

Algemeen

De simulaties voor dit onderzoek zijn uitgevoerd met het simulatieprogramma 'Simpack'. Dit is een programma dat internationaal gebruikt wordt ten behoeve van ontwikkeling en testen van spoorwegmaterieel. De basis van dit model wordt ook gebruikt voor toepassingen in andere sectoren.

Om de validiteit van het model van deze intercitytrein te testen zijn simulatieresultaten vergeleken met praktijkmetingen die met dit type intercitytrein zijn gedaan. Daaruit komt naar voren dat de metingen en simulatieresultaten op hoofdlijnen overeenkomen. Op detailniveau zijn er verschillen, die deels verklaard kunnen worden door spooronregelmatigheden die invloed hebben gehad op de praktijkmetingen. De validatie is niet voldoende om de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van het model te kunnen kwantificeren.

Middels simulaties is de invloed van een aantal factoren onderzocht. Als referentie is daarbij een simulatie gebruikt die gebaseerd is op waarden die zijn afgeleid van gegevens uit het ritregistratiesysteem (ARR) uit de locomotief en het stuurstandrijtuig. Daaruit komt naar voren dat de snelheid op het moment van ontsporen ongeveer 39 kilometer per uur was en dat er door de locomotief grote duwkracht werd geleverd op het moment van ontsporing (waarbij de langskrachten als gevolg van het duwen op 200 kN zijn geschat). Verder is zo goed mogelijk uitgegaan van de spoor situatie ter plaatse: 1:8 wissel rechtsleidend, 3,5 meter rechtstand en tegenboog met boogstraal van 190 meter. De exacte spoorligging was zoals in de vorige paragraaf uiteengezet niet meer te achterhalen.

Duwen versus trekken

Als eerste is deze simulatie vergeleken met een simulatie waarbij dezelfde trein met dezelfde snelheid niet geduwd maar getrokken reed. De uitkomsten bevestigen de (logische) verwachting dat bij duwen bepaalde krachten hoger zijn dan bij trekken. Zo treden er aanmerkelijk hogere wrijvingskrachten tussen de buffers op (36% toename). Ook is de maximale Y/Q verhouding voor elke as hoger (0,7 in plaats van 0,6), maar de meest gehanteerde grenswaarde van 0,85 wordt niet overschreden. De maximale bufferverplaatsingen worden ook hoger (22%, van 410 naar 500 mm). Ten slotte is de wielontlasting bij duwen tot 68% groter dan bij trekken.

Duwkracht

Uit onderzoek van de ARR komt naar voren dat op het moment van ontsporen de locomotief mogelijk met maximale duwkracht aan het duwen was. Daarbij kan de aanzetkracht van de ontspoorde trein een piekbelasting van ongeveer 250 kN bereikt hebben. In de 'basissimulatie' is uitgegaan van een voorzichtige 200 kN. Om het effect van hogere krachten te bezien is ook een simulatie uitgevoerd waarbij van 300 kN aanzetkracht wordt uitgegaan. Dan blijken de verschillende krachten fors hoger te worden. De krachten op en tussen de buffers worden hoger en houden langer aan. De dwarskrachten worden kritischer. Vooral de achterste as van het achterste draaistel (het als eerste ontspoorde draaistel) is het meest kritisch.

In de tussenboog, waar de ontsporing heeft plaatsgevonden, treedt bijna volledige wielontlasting (92%) op van het linker wiel van de vierde as. Wel is het zo dat het wielstel zich op dat moment meer aan de rechterkant van het spoor bevindt, zodat er geen gevaar is voor het opklimmen van het linkerviel tegen de rail. Het rechterwiel van de vierde as heeft kortstondig een hoge Y/Q-waarde (0,88). Dit zit in de gevarenzone, alleen de piek zou langer moeten aanhouden om tot een ontsporing te kunnen leiden. Ook moet bedacht worden dat de ontsporing niet naar de rechterkant heeft plaatsgevonden.

Bufferwrijving

Uit de hiervoor beschreven simulatie-uitkomsten bleek al dat bij duwen de bufferkrachten en bufferverplaatsingen flink toenemen. Daarom is een simulatie uitgevoerd waarin een hogere wrijvingscoëfficiënt is aangenomen. De wrijving zou bijvoorbeeld hoger kunnen zijn door beschadigingen aan de bufferplaat of door onvoldoende smering van de buffers. Uit de simulatie bleek dat bij een verhoogde wrijvingscoëfficiënt (0.2 in plaats van 0.1), ook de wrijvingskrachten

groter worden. Opvallend is dat daardoor het wielstel langer aan de linkerkant van het spoor blijft lopen, zij het moment van links aanlopen en eerder genoemde wielontlasting van het linker wiel nog steeds niet samenvallen. De situatie wordt door de verhoogde bufferwrijving wel kritischer.

Spoorontwerp

De boogstraal van de tegenboog waarin de trein is ontspoord is niet precies bekend (zie paragraaf 3.3.1). Daarom is een simulatie uitgevoerd met een boogstraal van 180 in plaats van de geschatte 190 meter. Daaruit blijkt dat een krappere boogstraal weinig invloed heeft op de krachten tussen wiel en rail. Wel worden de bufferverplaatsingen groter (520 ipv 500 mm). Uit een simulatie waarin een recht tussenstuk in het geheel ontbrak (0 in plaats van 3,5 meter) blijkt dat de bufferverplaatsingen toenemen tot maximaal 550 mm. Hierdoor wordt het risico van nevenbuffering reëel. Voor het wiel-contact had deze scherpere boog weinig effect.

Verder is het effect gesimuleerd van spooronregelmatigheden zoals die door ProRail zijn opgemeten na de ontsporing (onder andere een kleine verkanting van max. 2 mm en spoorwijdte van 1442 mm.). Deze onregelmatigheden blijken nauwelijks invloed uit te oefenen op de krachten.

Om inzicht te krijgen in het effect van een kort of ontbrekend recht tussenstuk in combinatie met krappe bogen is een simulatie uitgevoerd waarbij de spoor-layout voldoet aan de ontwerpisen uit 2003: 1:9 wissel en een dempingszone van 12 meter. Dit blijkt met name effect te hebben op de bufferverplaatsingen. Die nemen af tot de helft (250 in plaats van 500mm). Ook is er aanzienlijk minder wielontlasting in de wissel, maar niet in de tegenboog.

Wiegspelbegrenzing

Intercity rytuigen zijn voorzien van boogaafhankelijke wiegspelbegrenzings. Dit zijn harde aanslagen die bewegingen van een rytuigbak ten opzichte van een draaistel beperken. Doordat de aanslagen hard zijn (staal op staal), kan het in aanslag komen, gepaard gaan met een stoot. Bij het sporenonderzoek na de ontsporing waren ook aanzienlijke beschadigingen aan de aanslagen geconstateerd. Uit de simulatie is gebleken dat in de onderzochte situatie de wiegspelbegrenzings in aanslag komen. Dat gebeurt in alle wissels, maar de aanslag is vooral hard bij de begrenzing van het achterste draaistel van het ontspoorde rytuig bij het doorrijden van de verbindingsboog (waar de ontsporing heeft plaatsgevonden). Door het stoten ontstaat er meer wielontlasting bij de linkerwielen, wat de situatie kritischer maakt. Bij duwen treden de aanslagen overigens eerder in werking dan bij trekken.

Tenslotte is nog gekeken naar de effecten van strak gekoppelde wagens (waar overigens geen sprake van was in dit geval), maar dat heeft nauwelijks effect op het krachtenspel tussen wiel en rail.

Nader onderzoek naar buffer

Uit de simulatieresultaten werd duidelijk dat er nogal forse bufferverplaatsingen optreden in de tegenboog waar de trein is ontspoord. Daarom is er door zowel NS Reizigers als de Onderzoeksraad opnieuw naar de buffers van de ontspoorde trein gekeken. Bij het nader bestuderen van het fotomateriaal is de aandacht opnieuw gevestigd op een buffer van het voorlaatste rytuig waarvan de bevestiging deels was afgebroken. In eerste instantie was er van uitgegaan (mede omdat het niet een buffer van het ontspoorde rytuig betrof) dat het om vervolgschade ging. Maar in theorie zou het afbreken van de buffer ook een bijdrage geleverd kunnen hebben aan de ontsporing.

Het is niet uitgesloten dat de buffer ter hoogte van de ontsporing of kort daarvoor is afgebroken omdat op dat moment de bufferverplaatsing maximaal is en daarom de excentrische belasting op de linkerkant van de buffer het grootst.

Ook is overwogen of de buffer niet heeft kunnen breken als gevolg van nevenbuffering (het achter elkaar haken van twee buffers). Dit zou kunnen, maar alleen door nevenbuffering die het gevolg is geweest van de ontsporing. Nevenbuffering als oorzaak van de ontsporing is zeer onwaarschijnlijk. De sporen van nevenbuffering die op de buffers te vinden zijn duiden op een nevenbuffering aan de rechterkant van de afgebroken buffer (goed verklaarbaar als gevolgschade), terwijl nevenbuffering ter hoogte van de ontsporing aan de linkerkant van deze buffer te verwachten zou zijn geweest.

Afgebroken buffer

In het simulatiemodel is het afbreken van de buffer zo goed mogelijk gesimuleerd. Het effect hiervan is op twee manieren gesimuleerd. Ten eerste is gekeken naar de krachten die optreden wanneer één buffer ontbreekt of geen tegenkracht meer levert. In dat geval blijken de

krachten goed door de buffers aan de andere kant te worden doorgegeven. Voor de krachten tussen wiel en rail maakt het weinig verschil.

Ten tweede is geprobeerd te simuleren dat de buffer plotseling afbreekt vlak voor het moment waarop de trein in werkelijkheid ontspoord is. Ook in dat geval blijkt het bufferpaar aan de andere kant de ´taak´ van de wegvallende buffer goed over te nemen. Omdat het rechter bufferpaar vanwege de krappe boogstraal uit elkaar staan ontstaat er wel wat dynamische krachten (eenmalige ´stoot´ wanneer ze tegen elkaar klappen), maar deze dynamische krachten vertalen zich niet in grotere krachten in het wiel-rail contact. Wat wel gebeurt, is dat het achterste wielen van het laatste rijtuig langer aan de linkerkant van het spoor blijven. Dit maakt de situatie wel kritischer omdat er aan de linkerkant bijna volledige wielontlasting optreedt. Daardoor kan het wiel omhoog komen en over de rail kunnen gaan. In de simulatie gebeurt dit overigens niet.

Bufferschrinking

Door de grote bufferverplaatsingen die optreden, ontstaat er het gevaar van zgn. bufferschrinking. Bij een grote bufferverplaatsing (in de simulaties tussen 500 en 550 mm.) worden de buffers sterk excentrisch belast, waardoor deze klem kunnen komen te zitten en niet verder inveren (is schrinking). Deze theoretische mogelijkheid is ook middels simulatie onderzocht. Hierbij is gebleken dat dit effect ook daadwerkelijk in de simulatie optreedt, en wel ongeveer op de plaats waar de trein is ontspoord en bij de buffer die is afgebroken. Het schrinking heeft gevolgen voor de krachten. Het verloop van de verticale krachten wordt dynamischer, maar lijkt geen doorslaggevend effect te hebben op de ontsporingsveiligheid.

BIJLAGE 6 FEITELIJK VERSLAG TOELATINGSPROCEDURE

Documenten

Het onderzoek naar de toelatingsprocedure is verricht op basis van de volgende documenten:

- interviewverslagen contactpersonen Inspectie VenW, NS Reizigers en ProRail
- dossier toelating Inspectie VenW, waaronder begrepen:
 - o Notitie 'Haalbaarheidsonderzoek trek-duw bedrijf ICR 11 tussenrijtuigen' (NS, 31-05-1999)
 - o Notitie 'ICR trek-duw: overleg met Müller (SBB)' (NedTrain Consulting BV, 20-06-2000)
 - o 'Onderzoek naar het loopgedrag van ICR materieel in trek/duw bedrijf' (NedTrain Consulting BV 07-03-2002)
 - o 'Onderzoek naar het loopgedrag van ICR materieel in trek/duw bedrijf', Eindrapportage (NedTrain Consulting BV, 08-05-2003)

Toelatingsonderzoek

Gedurende de jaren 2000 tot 2003 is op verzoek van NS Reizigers door Nedtrain Consulting²⁹ (NTC) onderzoek gedaan naar de inzet van een trek-duwcombinatie van een locomotief (type 1700), een stuurstandrijtuig aan de andere kant en 11 rijtuigen ertussen. De locomotief en de rijtuigen werden al gebruikt en waren dus al toegelaten tot het spoor. Maar omdat de inzet van de trein door het geduwd rijden veranderde, was toelating door Inspectie VenW nodig. Niet dat er voor het eerst sprake was van geduwde treinen. De Beneluxtrein bijvoorbeeld wordt sinds begin jaren zeventig ook als trek-duw combinatie ingezet, met dezelfde intercityrijtuigen. Alleen de Beneluxtrein is een aanzienlijk korter (205 tegen 340 meter), lichter (370 ton tegen 570 ton) en heeft een locomotief met minder vermogen.

Tijdens een bezoek aan Zwitserland is door NTC kennis gemaakt met de ervaringen die daar met geduwd rijden zijn opgedaan. Tijdens dit bezoek kwam naar voren dat het rijden met lange geduwde treinen niet zonder risico's is en niet zou moeten worden geïntroduceerd dan na uitvoerig praktijkonderzoek. In Zwitserland zijn aan de trein meerdere aanpassingen gedaan om geduwd rijden met een lange trein mogelijk te maken, zoals versterkte buffers, sterkere bevestiging van de buffers aan de voertuigbak en een beperking van de duwkracht van de locomotief.

Vervolgens is een praktijkproef uitgevoerd op het emplacement van Zwolle. Daarbij is een trekduwcombinatie met verschillende snelheden, en zowel remmend als duwend door twee 1:8 wissels gereden (wissels met een boogstraal van ongeveer 180 meter). Bij deze proeven zijn metingen verricht waarbij onder andere de relatieve bufferverplaatsingen zijn gemeten, de krachten tussen wielstel en draaistelframe en diverse zijdelingse versnellingen. Bij deze metingen is vastgesteld dat de gemeten zijdelingse spoorkrachten (H-krachten) het criterium voor deze krachten met 8% overschrijden.

Vervolgens is NTC het gedrag van deze trek-duwcombinatie gaan simuleren. Eerst is het simulatiemodel vergeleken met de praktijkproeven bij Zwolle. NTC concludeerde daaruit dat het model voldoende valide was om betrouwbare simulatieresultaten te kunnen genereren. Vervolgens heeft NTC de trein virtueel laten rijden over een 1:9 wissel (met een boogstraal van 200 meter). Daarbij heeft NTC diverse omstandigheden (wrijving tussen buffers, lengte van de trein) gevarieerd. Er is op verzoek van ProRail gesimuleerd met 1:9 wissels en niet met krappere 1:8 wissels omdat, volgens ProRail, 1:8 wissels weinig meer voorkomen en op termijn allemaal vervangen zullen worden door tenminste 1:9 wissels.

Over de lay-out van een 1:9 is tijdens het onderzoek nog enige discussie geweest. In eerste instantie maakte NTC in de simulatie gebruik van gegevens over een 1:9 wissel uit de ontwerpvoorschriften (OVS), zonder de bijbehorende rechtstand in het model mee te nemen. Op basis van deze simulaties kwam NTC in maart 2002 tot de conclusie dat de introductie van een geduwde trein met 12 rijtuigen niet zonder meer veilig is. Enkele veiligheidswaarden werden zowel bij de praktijkproeven als in de simulaties overschreden. NTC beval aan om hetzij het aantal rijtuigen te beperken tot 8, hetzij de duwkracht van de locomotief bij het doorlopen van wisselstraten te beperken tot 60%. Als alternatief noemde NTC ook nog het doorvoeren van constructieve aanpassingen aan het wielstel en het stellen van voorwaarden aan de kwaliteit van de infrastructuur waarover de trein rijdt.

²⁹ Inmiddels is het bedrijf overgenomen door Lloyd's Register Rail B.V.

Naderhand heeft ProRail gegevens overlegd van de rechtstand die in een 1:9 wissel is ingebouwd. Voor de uitkomsten van het onderzoek is dit van grote invloed geweest omdat er in de simulatie nu uitgegaan werd van 12 meter rechtstand tussen twee 1:9-wissels, terwijl dat eerder 0 meter was. De uitkomsten waren in vergelijking met de eerdere simulatieuitkomsten beduidend gunstiger voor de ontsporingveiligheid.

Ten tijde van de toelating van de trein golden de eisen RAILNED M001-norm. Dit zijn dezelfde eisen die gelden voor nieuw toe te laten materieel. Deze norm bevat echter geen criteria voor het veilig berijden van rytuigen in duwbedrijf. Daarom heeft NTC er voor gekozen om bij het onderzoek aan te sluiten bij de internationale normen UIC 518 (spoorbelasting en dynamische ontsporingveiligheid) en de ERRI-normen voor statische ontsporingveiligheid. Dit levert twee toetsingscriteria op:

- H-krachten criterium ('Prud'homme criterium') voor dwarskrachten op de rails
- Y/Q –verhouding als ontsporingveiligheids criterium (ontsporing door wielopklimming).

Conclusies toelatingsonderzoek

NTC komt tot de conclusie het criterium voor H-krachten wel wordt overschreven en de norm voor de Y/Q-verhouding niet.

De H-krachten, de zijdelingse krachten, komen in de uiteindelijke simulatie van NTC, bij een lege trein op 40 kN (norm is 39kN) en bij een maximaal beladen trein op 43,3 kN (norm is 44 kN). In onbeladen toestand is dus een normoverschrijding van 2,5%. Deze overschrijding is geconstateerd bij het rytuig vóór de locomotief bij een snelheid van 44 kilometer per uur en bij maximale duwkracht.

In de eerdere foutieve simulaties met de 'wissels zonder rechtstand' werd in beide gevallen (beladen en onbeladen) substantieel grotere overschrijdingen van 20 tot ruim 30% geconstateerd van het criterium voor H-krachten (bij 40 kilometer per uur en maximale duwkracht).

De norm voor Y/Q verhouding (0.8) wordt in de uiteindelijke simulaties (met 1:9 wissel volgens ProRail) niet overschreden. De hoogst gemeten Y/Q-waarde is 0.71; een marge van 10% tot de norm. In eerdere foutieve simulaties (met wissels zonder rechtstand) werd deze norm echter wel overschreden. Bij deze simulaties zijn Y/Q-waardes gevonden variërend van 0.61 tot 1.01.

NTC concludeert dat de simulatie resultaten aantonen dat Intercitymaterieel met een treinlengte tot 12 rytuigen veilig in trek/duw bedrijf kan worden ingezet. De overschrijding van het criterium voor zijdelingse spoorkrachten met 2,5% acht NTC marginaal en toelaatbaar omdat van de meest ongunstige situatie is uitgegaan (100% tractie, toepassen van spoordefecten, doorlopen van krappe bogen met boogstraal van 195 meter). Ook is het criterium voor zijdelingse spoorkrachten geen ontsporingscriterium, maar een comfort- en slijtagecriterium.

Discussie NSR - ProRail

NTC stelde op basis van bovengenoemde conclusie voor de trek/duw combinatie toe te laten. ProRail (die een adviserende rol heeft richting de Inspectie) komt op basis van het NTC-rapport tot het advies om de trein toe te laten, maar om de snelheid op wissels met krappe bogen (boogstraal kleiner dan 190 meter en alle 1:8 en 1:7-wissels) te beperken tot 30 kilometer per uur. Vervolgens is er enige discussie geweest tussen NSR en ProRail over de handhaafbaarheid van deze snelheidsbeperking. NSR wilde namelijk dat de maximum snelheid bij elke wissel die het betrof adequaat moest zijn aangegeven. Dit paste volgens ProRail echter niet in het bestaande systeem van signalering en bebording. Uiteindelijk is besloten om de snelheidsbeperking tot 30 kilometer per uur (alleen in geduwde toestand) van toepassing te verklaren op het gehele emplacement van Amsterdam. De meeste krappe wissels bevinden zich op dit emplacement en de krappe wissels die er buiten Amsterdam zijn bevinden zich niet in de hoofdrijbaan op het traject Maastricht – Haarlem.

NSR heeft aangegeven deze snelheidsbeperking op Amsterdam Centraal te zullen communiceren via:

- instructie en herinstructie van machinisten
- railpocket
- tekstpagina van de spoorwijzer

Deze reactie van NSR is intern binnen ProRail voorgelegd aan de regio's. Eén regio had bezwaar tegen de toelating en gebruikte daarbij onder andere de volgende argumenten:

- er moet een risico-analyse gemaakt worden
- de situatie van een 1:9 wissel gevolgd door een tegenboog moet beschouwd worden
- beperking tot 30 kilometer per uur is niet beheersbaar.

Op basis van deze opmerkingen heeft NTC een simulatie uitgevoerd met een 1:9-wissel gevolgd door een tegenboog. Dit bleek inderdaad kritischer te zijn: dit gaf een overschrijding van de zijdelingse kracht met 7,9% (tegenover een overschrijding van 2,5% zonder tegenboog). Deze resultaten zijn aan ProRail voorgelegd. ProRail ging daarmee akkoord. Een argument dat daarbij genoemd werd is dat de gesimuleerde situatie (tegenboog achter wissel met kleine rechtstand) de meest ongunstige situatie is. In een brief aan NSR gaf ProRail aan akkoord gaat met de invulling die NSR geeft aan de snelheidsbeperking op krappe wissels onder voorwaarde dat de snelheidsbeperking daadwerkelijk wordt gehandhaafd. In deze brief bevestigde ProRail ook expliciet de genoemde overschrijding van 7,9% van de zijdelingse kracht te accepteren.

Afgifte Verklaring van geen bezwaar door Inspectie VENW

Op 9 september 2003 heeft de Inspectie Verkeer en Waterstaat een Verklaring van Geen Bezwaar (VGB) afgegeven voor de inzet van de trek-duwcombinatie. Daarbij is, zoals door ProRail aanbevolen en met NSR afgestemd, een snelheidsbeperking voor wissels met een boogstraal kleiner dan 190 meter en wissels met een hoekverhouding 1:8 en 1:7.

De VGB was slechts voor een half jaar verleend. Dit heeft te maken met het vertrekproces van de trein en niet met de ontsporingsveiligheid³⁰.

³⁰ Op het moment van de ontsporing was er nog geen nieuwe VGB afgegeven terwijl de oude al was verlopen. Omdat de tijdelijkheid van de VGB geen betrekking had op ontsporingsveiligheid is hier verder geen onderzoek naar gedaan.