



Bridgecraft

Sinds 1995

Implementatie van ERTMS in het spoorgoederenvervoer

Toepassing van een economisch model voor het beoordelen van de impact van ERTMS op het spoorgoederenvervoer in Nederland en evaluatie van oplossingsrichtingen om die impact te beperken

Implementatie ERTMS 211202/IWW/JB/ER/iww/jb
's-Gravenhage, 2 december 2021

Bridgecraft Strategie en Corporate Finance BV
Mauritskade 5, 2514 HC 's-GRAVENHAGE
Telefoon: 070 - 3060030, Fax 070 - 3060052

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	3
1. Inleiding	6
2. Uitvoering van het onderzoek	9
2.1. Projectstructuur en begeleiding van het onderzoek	9
2.2. Verzameling en vaststelling van gegevens	10
2.3. Modelritten	11
3. Basisscenario en oplossingsrichtingen	12
3.1. Inleiding	12
3.2. Basisscenario	13
3.3. Oplossingsrichtingen	14
4. Modelling van de volumegroei van het spoorgoederenvervoer tot en met 2030	16
4.1. Globaal overzicht	16
4.2. Grondslag voor de te verwachten volumeontwikkeling tot en met 2030	18
4.3. Meerkosten per locomotief als gevolg van de introductie van ERTMS	21
4.4. Model, modelritten en effect van de invoering van ERTMS op elke modelrit	29
4.5. Prijselasticiteit per economische categorie in het spoorgoederenvervoer	40
4.6. Extrapolatie van modelritten naar marktotaal	43
4.7. Beoordeling van mogelijke additionele effecten op bedrijfsniveau	47
5. Oplossingsrichtingen en gevoeligheidsanalyse	49
5.1. Oplossingsrichtingen	49
5.2. Kosten van de oplossingsrichtingen en de bestaande subsidieregeling	53
5.3. Gevoeligheidsanalyse	54
6. Conclusies en aanbevelingen	58
5.1. Samenvatting	58
5.2. Conclusies	59
6.3. Aanbevelingen	63
Bijlage Negen oplossingsrichtingen	65

Managementsamenvatting

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en ProRail werken aan de implementatie van een nieuw veiligheids- en verkeersleidingsysteem in het spoor in Nederland. Het gaat om het European Rail Traffic Management System ("ERTMS") in de versie Level 2 Baseline 3. Dit project vindt plaats in de context van ambitieuze doestellingen die door de Nederlandse regering zijn geformuleerd voor de groei van het goederenvervoer per spoor.

De invoering van ERTMS is technisch zeer uitdagend. De belangrijkste horde die nog genomen moet worden is het optimaal accommoderen van rangeerbewegingen. Als dit niet tijdig lukt, zal het spoorgoederenvervoer daar grote nadelen van ondervinden. Daarnaast brengt de invoering van ERTMS voor goederenvervoerders kosten met zich mee waar geen baten tegenover staan. Dit zal gevolgen hebben voor het prijsniveau. Als geen mitigerende maatregelen worden genomen, wordt de concurrentiepositie van het spoor aangetast en zal de volumedoelstelling voor 2030 niet worden gehaald.

Deze studie heeft tot doel vast te stellen wat het effect is van de implementatie van ERTMS op de kosten van goederenvervoerders en op het verwachte ladingvolume in 2030. Daarnaast is in kaart gebracht welke maatregelen genomen kunnen worden om het ladingverlies te beperken en wat het effect van die maatregelen is. Calculaties zijn uitgevoerd met behulp van een speciaal voor dit onderzoek ingericht economisch model.

In het onderzoek is intensief samengewerkt met de volgende partijen:

- Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat
- De Programmadirectie ERTMS, regisseur van de invoering van ERTMS
- RailGood, belangenbehartiger van het merendeel van de spoorgoederenvervoerders
- DB Cargo, nationale marktleider in het goederenvervoer per spoor.

De inrichting van het model rust daarmee op een fundament van gedeeld inzicht.

Als ERTMS conform de nu vastgestelde aanpak en uitgaande van de nu geldende subsidie-regelingen in het Nederlandse spoor wordt geïmplementeerd, treedt in 2030 een volumeverlies op van 5,4 % ten opzichte van de door de regering gekozen doelstelling. Er zal dan niet 62,6 maar 59,2 miljoen ton lading per spoor worden vervoerd. In het containervervoer, het grootste en snelst groeiende marktsegment, is sprake van een verlies van 8%. In de berekeningen zijn de kosten voor grote systeem-updates niet inbegrepen. De frequentie en impact van dergelijke updates is op dit moment niet te voorzien.

Als geen tijdige oplossing wordt gevonden voor het accommoderen van rangeerbewegingen is het te verwachten ladingverlies veel groter. Dan valt het volume in 2030 naar verwachting met 23,3% terug naar 48,0 miljoen ton. Dit komt overeen met stagnatie op een niveau dat niet veel hoger is dan dat in 2019. Dit verlies kan niet zonder meer door wegvervoer en binnenvaart worden opgevangen. Gevreesd moet worden voor het verschuiven van lading van Nederlandse havens naar havens in andere landen. Dit is een ongewenste ontwikkeling, zeker in het licht van de omvangrijke investeringen die de invoering van ERTMS met zich brengt.

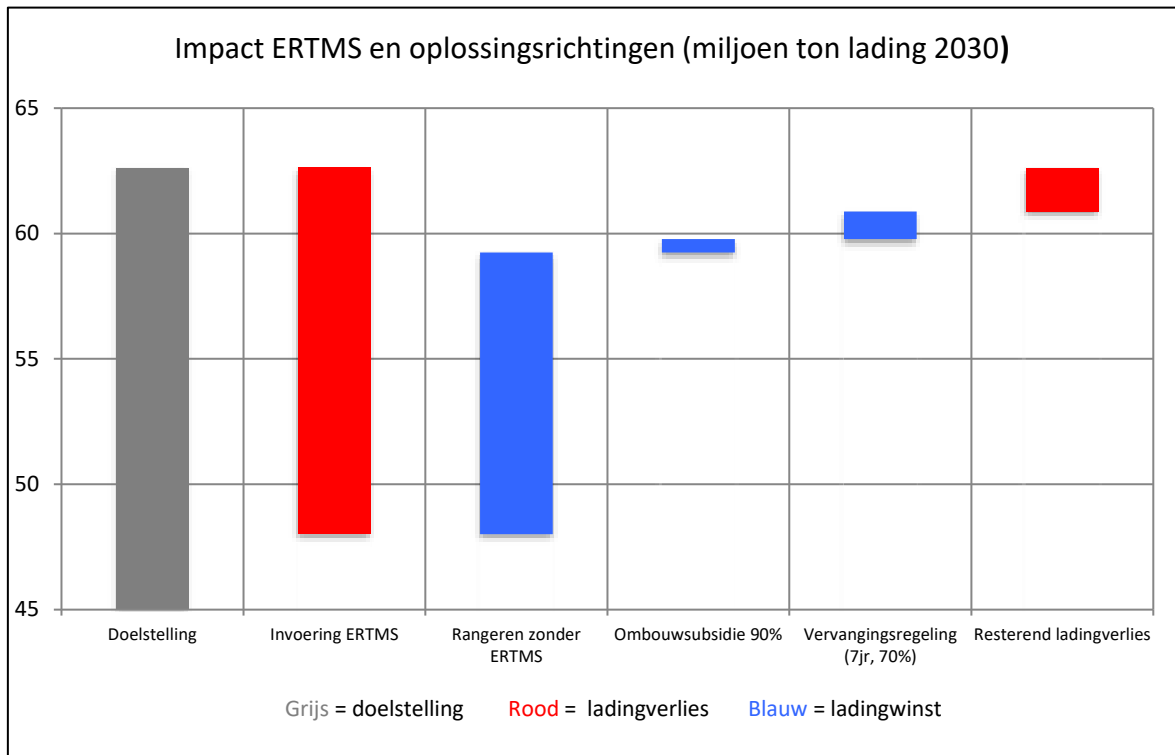
De technische beperkingen die nu nog bestaan met betrekking tot het rangeren onder ERTMS dienen weggenomen te worden. Er lijkt een goede oplossing te bestaan voor het gelijktijdig accommoderen van rijden met en zonder ERTMS op emplacementen. Of het lukt om deze tijdig en zonder beperkingen te implementeren is echter nog niet zeker.

Impact ERTMS en oplossingsrichtingen op ladingvolume in 2030			
Scenario	mln ton	%	kosten € mln
Prognose zonder ERTMS	62,63		
Impact invoering ERTMS	-/- 3,39	-/- 5,4%	
Basisscenario	59,24	94,6%	
Subsidie ombouw 90%	0,54	0,9%	54
Subsidie Meerkosten Vervanging 70%, 7 jaar	1,10	1,8%	125
Impact ERTMS met oplossingsrichtingen	60,88	97,2%	179

Het resterende ladingverlies kan door twee subsidiemaatregelen worden teruggebracht:

- A. Verhogen van de reeds bestaande subsidie voor het ombouwen van locomotieven naar ERTMS-functionaliteit tot een niveau van 90% van de kosten. Zo wordt het te verwachten volumeverlies met 0,9 % (0,54 miljoen ton) teruggebracht.
- B. Toekennen van een tegemoetkoming in de kosten voor de vervanging van locomotieven die zich niet lenen voor ombouw. Gerekend is met een subsidie van 70% van de meerkosten gedurende een periode van zeven jaar. Deze beperkt de volumedaling met 1,8 % (1,10 miljoen ton).

Als deze maatregelen worden gecombineerd, blijft het verwachte ladingverlies beperkt tot 2,8 % (1,75 miljoen ton). Dat betekent dat er in 2030 over het Nederlandse spoor 60,9 miljoen ton lading wordt vervoerd. Een overzicht van de impact van ERTMS op het ladingvolume op het spoor in 2030 en van het cumulatieve mitigerende effect van de oplossingsrichtingen is opgenomen in de tabel en in onderstaande figuur.



De cijfers laten zien dat een voortvarende aanpak nodig is om te voorkomen dat de invoering van ERTMS de groei-doelstellingen voor het goederenvervoer per spoor doorkruist. Het is cruciaal dat er een betrouwbare oplossing komt voor het rangeren. Dit betekent dat tot en met 2030 rangeren zonder ERTMS wordt geacommodeerd. Bovendien dient het spoor te worden uitgerust met assentellers, een detectiesysteem dat het gebruik van moderne rangeerlocomotieven met ERTMS toelaat. Daarnaast pleit Bridgecraft voor uitbreiding van de bestaande subsidie-instrumenten naar een subsidie van 90% voor de kosten van ombouw en een subsidie voor dekking van 70% van de meerkosten van vervangende locomotieven gedurende een periode van 7 jaar. Beide regelingen samen vragen een budget van naar schatting € 179 miljoen. In dit bedrag zijn de kosten van reeds bestaande subsidieregelingen niet inbegrepen.

Deze maatregelen doen recht aan de ambities die voor het spoor zijn geformuleerd:

- zij beperken het te verwachten ladingverlies tot een acceptabel minimum
- zij bieden vervoerders een redelijke compensatie voor kosten die zij zelf niet hebben veroorzaakt en zelf niet terug kunnen verdienen
- zij zorgen ervoor dat de concurrentiepositie van het spoor wordt geconsolideerd
- zij koppelen de overgang naar ERTMS aan vernieuwing van de vloot en daarmee aan innovatie en emissiereductie.

1. Inleiding

Het European Rail Traffic Management System ("ERTMS") is een door de Europese Unie ontwikkeld systeem voor de beveiliging en aansturing van het spoorwegverkeer. In Nederland is spoorweginfrastructuurbeheerder ProRail belast met de implementatie van ERTMS. Opdrachtgever is het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat ("I & W"). Bij de implementatie wordt samengewerkt met de op het Nederlandse spoor actieve personenvervoerders (NS en regionale vervoerders) en goederenvervoerders. Het implementatieplan is beschreven in het document *ERTMS Dossier Programmabeslissing S1 Railmap 4.0*.¹ De Programmadirectie ERTMS voert de regie over het realiseren van ERTMS in Nederland en is ondergebracht bij ProRail. Sectorpartijen, te weten goederenvervoerders, reizigersvervoerders en ProRail zelf, zijn ieder verantwoordelijk voor hun eigen aandeel in de plannen.

De implementatie van ERTMS vindt voor een deel plaats in de spoorweginfrastructuur en voor een ander deel in de op het spoor rijdende treinen. De bij ERTMS behorende techniek in locomotieven staat bekend als European Train Control System ("ETCS"). In het vervolg van dit rapport zal gemakshalve steeds worden gesproken over ERTMS. ERTMS wordt op een deel van het Nederlandse spoor al geruime tijd gebruikt. Het gaat dan om de versie die bekend staat als ERTMS Baseline 2. In de nu voorliggende plannen gaat het om een nieuwe versie van ERTMS, die wordt aangeduid als ERTMS Level 2 Baseline 3. Als in het vervolg zonder nadere toevoeging wordt gesproken over ERTMS gaat het steeds over ERTMS Level 2 Baseline 3.

Het is de ambitie om ERTMS op vrijwel het gehele Nederlandse spoor te implementeren in een periode die loopt tot en met 2050. In mei 2019 heeft de regering besloten dat een belangrijk deel van die implementatie al in 2031 voltooid moet zijn. De daarbij voor ombouw

¹ Programmadirectie ERTMS (3 mei 2019) *Dossier Programmabeslissing – S1, Railmap 4.0*; Kenmerk VP20160087-321753119-104. *Railmap 4.0* is een van de 41 achtergronddocumenten bij programmabeslissing ERTMS (Kamerstukken II 2018/19, 33 652, nr. 65).

naar ERTMS aangewezen baanvakken hebben een significante betekenis voor de afwikkeling van het spoorgoederenvervoer in Nederland. Dit betekent dat investeringen gedaan moeten worden in de overgrote meerderheid van de goederenlocomotieven om te zorgen dat de bestaande goederendiensten over het spoor gecontinueerd kunnen worden.

De implementatie van ERTMS in locomotieven brengt kosten met zich. Dit geldt niet alleen voor locomotieven zonder ERTMS, maar ook voor locomotieven die zijn uitgerust met ERTMS Baseline 2. Nederlandse spoorgoederenvervoerders hebben I & W en ProRail er op gewezen dat daar voor het goederenvervoer geen additionele inkomsten tegenover staan. Dit betekent dat er voor de met ERTMS samenhangende kosten geen dekking is binnen hun exploitatie. In tegenstelling tot de personenvervoerders die onder een vervoerconcessie van de Nederlandse overheid opereren, worden de spoorgoederenvervoerders niet volledig gecompenseerd voor de effecten van de invoering van ERTMS. Als geen mitigerende maatregelen worden genomen, zal de invoering van ERTMS leiden tot een verzwakking van de positie van het spoor als vervoersmodaliteit. Bovendien kan de continuïteit van een deel van de in Nederland actieve spoorgoederenvervoerders in gevaar komen en kunnen de in veel gevallen buitenlandse aandeelhouders van de vervoerders besluiten om hun aandacht op andere markten te richten.

Tegen deze achtergrond hebben I & W, ProRail en RailGood, de belangenbehartiger van de meerderheid van de Nederlandse spoorgoederenvervoerders, in 2019 besloten om een onderzoek uit te laten voeren. Bij de uitvoering van dit onderzoek heeft DB Cargo Nederland, de grootste partij in het Nederlandse goederenvervoer per spoor, zich in de loop van 2019 aangesloten. Het onderzoek heeft een drieledig doel:

- te bepalen wat de negatieve economische impact is van de invoering van ERTMS op het spoorgoederenvervoer in Nederland
- te bepalen welke mitigerende maatregelen (oplossingsrichtingen) toegepast kunnen worden om die impact te beperken of te compenseren
- te beoordelen welke (combinatie van) oplossingsrichtingen de economische impact van de invoering van ERTMS tot een acceptabel niveau beperken.

De eerste fase van het onderzoek werd uitgevoerd tussen oktober 2019 en juni 2020. Daarin werd vastgesteld wat de belangrijkste knelpunten zijn die de implementatie van ERTMS voor goederenvervoerders met zich brengt. I & W, ProRail en RailGood hebben negen oplossingsrichtingen geïdentificeerd waarmee die knelpunten (deels) weggenomen of gecompenseerd kunnen worden. Het tweede deel van de studie begon in november 2020 en heeft tot doel om een economisch model in te richten waarmee de impact van ERTMS en het effect van de oplossingsrichtingen gekwantificeerd en beoordeeld kunnen worden.

De tweede fase van het onderzoek bestond uit de volgende stappen:

- kiezen van een scenario voor de verwachte ontwikkeling van het spoorgoederenvervoer als ERTMS niet wordt ingevoerd (nulscenario)
- vaststellen van algemene financieel- en vervoerseconomische parameters met behulp waarvan de impact van de invoering van ERTMS op het goederenvervoer per spoor bepaald kan worden (basisscenario)
- verzamelen van gedetailleerde informatie over een aantal werkelijk bestaande goederenverbindingen (modelritten) die het goederenvervoer per spoor in elk marktsegment adequaat representeren
- specificatie van elke oplossingsrichting in een set van concrete maatregelen en assumpties
- inrichting en toepassing van een financieel- en vervoerseconomisch model met behulp waarvan het effect van het basisscenario en het effect van elke oplossingsrichting kan worden bepaald. De effecten zijn gemeten ten opzichte van het nulscenario: geen implementatie van ERTMS
- presenteren en beoordelen van de uitkomsten per oplossingsrichting.

De bevindingen van de tweede fase van het onderzoek zijn vervat in voorliggend rapport.

2. Uitvoering van het onderzoek

2.1. Projectstructuur en begeleiding van het onderzoek

Juridisch opdrachtgever van het onderzoek is de Programmadirectie ERTMS, de organisatie die de regie voert over de invoering van ERTMS. De inhoudelijke aansturing is belegd bij de voor dat doel ingestelde *Stuurgroep Verbeterinitiatieven Goederen* ("de stuurgroep"). De stuurgroep wordt gevormd door de Programmadirecteur ERTMS van ProRail, de Programmamanager ERTMS van I & W, de directeur van RailGood, als vertegenwoordiger van het merendeel van de Nederlandse spoorgoederenvervoerders en door de financieel directeur van DB Cargo, de grootste goederenvervoerder op het spoor in Nederland.

De stuurgroep heeft zich in haar werk laten ondersteunen door een werk- en taakgroep en door een projectleider. Een uitgewerkt overzicht van de projectstructuur en van de taakverdeling tussen de verschillende betrokken partijen is vastgelegd in het document *Projectplan. Plan van aanpak fase 2 "Verbeterinitiatieven spoorgoederenvervoer"* (Utrecht, 23 september 2020). De uitvoering van het onderzoek is in handen van Bridgecraft.

De gekozen projectstructuur kent aan ProRail, I & W en de goederenvervoerders een actieve rol toe. Partijen zijn direct betrokken bij het aanleveren, beoordelen en vaststellen van inputdata, het inrichten van de modelstructuur en het beoordelen en uitwerken van de oplossingsrichtingen. Bridgecraft is als onderzoeker partij in het over deze onderwerpen gevoerde overleg en vervult tegelijkertijd de rol van moderator. De onderzoekers hebben de modelstructuur ontworpen en getoetst, benodigde informatie geïdentificeerd, verzameld en getoetst, en financieel-economische gegevens en ideeën ingebracht. Dit betekent dat de in dit rapport gebruikte gegevens en redeneringen voor een belangrijk deel het resultaat zijn van inhoudelijk overleg tussen ProRail, I & W, de goederenvervoerders en de onderzoekers, en van besluiten die in dat verband zijn genomen. De gesprekken die hebben plaatsgevonden en de daarin genomen besluiten zijn in het projectdossier gedocumenteerd.

2.2. Verzameling en vaststelling van gegevens

In het verband van het onderzoek is een economisch model ontwikkeld dat laat zien wat het te verwachten effect is van de implementatie van ERTMS op het spoorgoederenvervoer in Nederland in de periode tot en met 2030. Het model laat bovendien zien hoe dat effect kan worden beperkt door het ofwel wijzigen van het implementatieplan van ERTMS ofwel het combineren van dat implementatieplan met nader te bepalen mitigerende maatregelen.

Het model is opgetrokken op een fundament dat bestaat uit gedetailleerde informatie over twee centrale thema's:

1. De *meerkosten* die optreden in de exploitatie van goederenvervoerders als gevolg van de implementatie van ERTMS. Dit kunnen extra kapitaallasten zijn als gevolg van de ombouw of vervanging van locomotieven, extra leasekosten als gevolg van de vervanging van bestaande locomotieven door andere locomotieven die geschikt zijn voor toepassing op baanvakken met ERTMS, opleidingskosten van machinisten en extra operationele kosten, samenhangend met het gebruik van locomotieven op basis van ERTMS. De combinatie van deze gegevens geeft voor elk type locomotief een beeld van de als gevolg van de implementatie van ERTMS te verwachten totale meerkosten per jaar.
2. Een brede selectie van concrete goederenvervoerverbindingen (*modelritten*) die door goederenvervoerders op het Nederlandse spoor worden onderhouden, de locomotieven die daarbij worden gebruikt en de manier waarop de invoering van ERTMS in de kostprijs van elk van die modelritten doorwerkt.

Gegevens over meerkosten zijn voor een belangrijk deel bekend en zijn verkregen bij de Programmadirectie ERTMS en de goederenvervoerders. In gevallen waarin die kosten nog niet (volledig) bekend zijn, zijn de meerkosten in overleg met vertegenwoordigers van de Programmadirectie ERTMS en de goederenvervoerders geraamd. Informatie over de modelritten is door de goederenvervoerders geleverd. Deze gegevens hebben een vertrouwelijk karakter en konden door de onderzoekers alleen worden verzameld op basis van zorgvuldige afspraken met de betrokkenen over geheimhouding en door anonimisering en maskering (zie paragraaf 4.4.2) van concurrentiegevoelige informatie in de rapportage.

2.3. Modelritten

Bedrijven hebben informatie over hun *operationele* bedrijfsvoering gedeeld op basis van modelritten. Deze werkwijze waarborgt de vertrouwelijkheid van concurrentiegevoelige informatie. Modelritten hebben het additionele voordeel dat zij een gedetailleerde en realistische analyse van de markt mogelijk maken.

De modelritten zijn de activiteiten waaruit de bedrijfsvoering van de echte (niet van gemodelleerde) ondernemingen is opgebouwd. Het zijn daadwerkelijk bestaande goederenritten die door echte bedrijven één of meer keren per week worden uitgevoerd. Van die ritten kunnen alle relevante gegevens bijeengebracht worden: het traject en de technische specificaties van de betrokken baanvakken, de rangeerbeweging vooraf en na afloop, de gebruikte locomotieven, het aantal benodigde wagens, de vervoerde lading en niet in de laatste plaats de kostprijs waarvoor de rit wordt gerealiseerd. Het betreft hier de kostprijs voor de directe afnemer van de spoorgoederenvervoerder: verlader, intermodale operator of andere logistieke dienstverlener (zie paragraaf 4.4.3).

Modelritten zijn tegelijkertijd de bouwstenen waaruit het Nederlandse goederenvervoer over het spoor is opgebouwd. Als een voldoende aantal representatieve modelritten kan worden beschreven, is de extrapolatie van modelritten naar markttotaal een kleine stap geworden. Met andere woorden: modelritten maken het mogelijk om de markt fijnmazig te modelleren zonder dat concurrentiegevoelige informatie openbaar gemaakt hoeft te worden.

Als het model wordt gebaseerd op modelritten in plaats van modelbedrijven bestaat het risico dat de gevolgen van de invoering van ERTMS op het niveau van individuele bedrijven buiten beschouwing blijft. Het gaat dan met name om twee effecten:

- de mogelijkheid dat bedrijven niet bereid of niet in staat zijn om de vereiste investeringen te financieren
- de mogelijkheid dat specifieke ondernemingen, door hun focus op bepaalde marktsegmenten, gedwongen worden om hun activiteiten geheel of gedeeltelijk te staken; dit leidt tot een markteffect dat groter is dan de analyse op het niveau van modelritten kan laten zien.

De beoordeling van mogelijke effecten op bedrijfsniveau is daarom als aparte analysestap aan het project toegevoegd (zie paragraaf 4.7).

3. Basisscenario en oplossingsrichtingen

3.1. Inleiding

Deze studie richt zich op de ontwikkeling en toepassing van een economisch model dat inzicht biedt in de te verwachten ontwikkeling van het goederenvervoer per spoor in de periode 2019 - 2030. Belangrijke uitgangspunten voor dat model zijn de volumeprognose voor het spoorgoederenvervoer van ProRail voor de genoemde periode, het implementatieplan van ERTMS *Railmap 4.0* en een onderbouwde beoordeling van de meerkosten die als gevolg van de invoering ERTMS optreden in de aanschaf en exploitatie van de in het goederenvervoer gebruikte locomotieven.

Het model moet twee kernvragen beantwoorden. In de eerste plaats moet duidelijk worden welk remmend effect de invoering van ERTMS heeft op de verwachte groei van de hoeveelheid lading die over het Nederlandse spoor wordt vervoerd. In de tweede plaats moet het model laten zien in welke mate dat effect kan worden beperkt door elk van de negen in het eerste deel van de studie geïdentificeerde oplossingsrichtingen.

In deze studie wordt het effect van de implementatie van ERTMS op het spoorgoederenvervoer beoordeeld. De effecten zijn gemeten ten opzichte van een nulscenario, een scenario waarin geen sprake is van de implementatie van ERTMS. De analyse van het effect van de invoering van ERTMS vindt plaats door het vaststellen van een zogenaamd basisscenario. Dit is het scenario dat optreedt op basis van het kabinetsbesluit, *Railmap 4.0*, onderdeel van de *Programmabeslissing ERTMS*, en de bijbehorende volumeprognose van ProRail. In het kader van deze analyse zijn de meerkosten per type locomotief vastgesteld. De aard van het basisscenario wordt toegelicht in paragraaf 3.2. Er zijn negen oplossingsrichtingen ontworpen om de impact van de invoering van ERTMS op het goederenvervoer te beperken. Deze oplossingsrichtingen zijn te beschouwen als modificaties van het basisscenario en worden beschreven in paragraaf 3.3.

3.2. Basisscenario

Het basisscenario modelleert de situatie die ontstaat bij implementatie van *Railmap 4.0*. Daarbij is rekening gehouden met het effect van reeds bestaande subsidieregelingen voor de ombouw van locomotieven naar ERTMS-functionaliteit. De exacte inhoud van het scenario wordt in Hoofdstuk 4 beschreven. In het basisscenario is één belangrijke aanvulling op Railmap 4.0 verwerkt. Deze heeft betrekking op de beperkingen die op dit moment in ERTMS nog bestaan op het gebied van rangeren.

ERTMS is niet uitontwikkeld. De versie die in het kader van *Railmap 4.0* wordt ingevoerd is Baseline 3 Release 2 (SRS 3.6.0). Bij volgende releases zullen nieuwe functies en nieuwe technologieën worden toegevoegd. Het gaat hierbij onder meer om het waarborgen van de veiligheid van rangeerbewegingen en om de correcte herkenning en aansturing door de verkeersleiding van treinen die worden geduwd in plaats van getrokken. Dit is een beweging die bij het rangeren van goederentreinen veel voorkomt en gelet op de lay-out van de meeste rangeerterreinen noodzakelijk is om te voorkomen dat de locomotief op een emplacement opgesloten raakt.

Railmap 4.0 voorziet in de implementatie van ERTMS op een aantal ProRail emplacementen waarop gerangeerd wordt.² Daarbij wordt het uitgangspunt gekozen dat alle rangeerbewegingen die nu plaatsvinden ook na de invoering van ERTMS mogelijk moeten blijven.³ In *Railmap 4.0* wordt verondersteld dat er tijdig een oplossing komt voor het rangeren onder ERTMS. In *Railmap 4.0* wordt niet gespecificeerd hoe dat zal worden bereikt. Er staat een aanpak in met een open einde.

Specificatie van de in dit verband nog te nemen maatregelen is een van de oplossingsrichtingen die is geïdentificeerd in fase 1 van dit onderzoek. Sinds de start van het project zijn de openstaande vragen op dit gebied aan de orde gesteld in de deelstudie "*Rangeren met locomotieven zonder ERTMS*". De voorgenomen implementatie ziet er als volgt uit: bevei-

² Het gaat om de emplacementen Zwijndrecht Groote Lindt, Dordrecht, Lage Zwaluwe, Roosendaal, Tilburg Goederen, Tilburg Industrierrein, Boxtel, Acht (Eindhoven), Blerick Gekkengraaf (Venlo), Venlo, Crailoo, Hoofddorp Opstelrein, Diemen - Zuid, Watergraafsmeer, Weesp en Lelystad Opstelrein.

³ *Railmap 4.0*, pagina 38.

ligde gebieden worden nog steeds voorzien van ERTMS. Per emplacement wordt vervolgens vastgesteld of en, zo ja, welke maatregelen in de infrastructuur nodig zijn om het rangeren met het huidige materieel te blijven faciliteren. Daarbij zijn de uitgangspunten dat:

- de veiligheid op deze emplacementen gewaarborgd blijft
- geduwd rangeren mogelijk blijft
- lokaal opererend rangeermaterieel niet vervangen hoeft te worden of hoeft te worden voorzien van ERTMS
- geen sprake is van efficiencyverlies.

Voor het traject Kijfhoek - Belgische grens heeft de Stuurgroep ERTMS hierover een besluit genomen. Voor de overige trajecten is de uitwerking nog gaande.

Deze uitwerking van *Railmap 4.0* is de grondslag voor het basisscenario. In het vervolg van dit rapport worden steeds cijfers gepresenteerd die betrekking hebben op het basisscenario, ofwel het scenario waarin de rangeerissues die verband houden met ERTMS zijn opgelost en waarin de andere oplossingsrichtingen nog niet zijn geïmplementeerd. Daarnaast worden cijfers getoond voor de situatie die ontstaat als de issues met betrekking tot het rangeren onder ERTMS niet tijdig worden opgelost. Deze variant van het basisscenario wordt nader toegelicht in paragraaf 5.1.

3.3. Oplossingsrichtingen

In de eerste fase van het onderzoek zijn oplossingsrichtingen beschreven die de impact van de implementatie van ERTMS op het spoorgoederenvervoer kunnen beperken of mitigeren. Het gaat om twee typen maatregelen:

- A. Infrastructurele maatregelen, in de meeste gevallen aanpassingen van het in *Railmap 4.0* vastgelegde implementatieplan van ERTMS. Deze oplossingsrichtingen maken het voor goederenvervoerders mogelijk om hun locomotieven en personeel efficiënter te benutten ofwel om locomotieven te gebruiken die minder kostbaar zijn dan de locomotieven die zij moeten inzetten als *Railmap 4.0* onverkort wordt uitgevoerd.
- B. Materieelgerichte maatregelen, wat neerkomt op het beperken van de meerkosten van de locomotieven die als gevolg van de implementatie van ERTMS overeenkomstig *Railmap 4.0* ingezet moeten worden.

In beide gevallen behelzen de oplossingsrichtingen aanpassingen van het basisscenario. Deze aanpassingen beïnvloeden de verwachte ontwikkeling van het over het spoor vervoerde goederenvolume. Door deze mutaties in het model te implementeren kan voor elke oplossingsrichting worden berekend in welke mate zij het in het basisscenario voor 2030

geprognosticeerde goederenvolume veranderen. Zo kan voor elke oplossingsrichting worden vastgesteld in welke mate deze het negatieve effect van de invoering van ERTMS op het verwachte goederenvolume beperkt of compenseert. Op die manier kan worden beoordeeld welke oplossingsrichtingen een plaats verdienen in het beleid.

In deze tweede fase van het onderzoek zijn de oplossingsrichtingen opnieuw beoordeeld en op basis van die beoordeling nader uitgewerkt. In de bijlage is een overzicht van de daarbij bereikte inzichten en conclusies opgenomen. Eerst komen vijf oplossingsrichtingen aan bod die zijn gebaseerd op aanpassing van het implementatieplan van ERTMS zoals beschreven in *Railmap 4.0*. Het gaat hier om maatregelen die zich richten op de manier waarop ERTMS in de infrastructuur van het Nederlandse spoor wordt geïmplementeerd:

- A1. Harmonisatie van de implementatieplannen van ERTMS in Nederland en Duitsland
- A2. Faciliteren van het rangeren onder ERTMS
- A3. Versnelde invoering van ERTMS op achterlandspoorlijnen met ATB NG
- A4. Invoeren van ERTMS op de corridor Bad Bentheim en op ATB-eilanden op de spoorknooppunten Amsterdam, Rotterdam en Utrecht
- A5. Inzet van in Duitsland toegelaten locomotieven op Betuweroute en Havenspoorlijn.

Vier oplossingsrichtingen richten zich op beperking van de meerkosten die als gevolg van de invoering van ERTMS optreden in de door goederenvervoerders in te zetten locomotieven:

- B6. Uitbreiding van subsidiemogelijkheden voor de ombouw van locomotieven
- B7. Subsidiëring van kosten voor vervanging van locomotieven
- B8. Samenwerking tussen vervoerders bij de inkoop en exploitatie van locomotieven
- B9. Stimulering van de instroom van nieuwe moderne ERTMS-locomotieven voor rangeren en feeding.

Een beschrijving van iedere oplossingsrichting is opgenomen in de bijlage. De oplossingsrichtingen zijn op praktische haalbaarheid getoetst. Bij een aantal oplossingsrichtingen is vastgesteld dat deze in de periode tot 2031 geen significant effect op zullen leveren. De oplossingsrichtingen die wel een betekenisvolle impact hebben, zijn:

- A2. Faciliteren van het rangeren onder ERTMS
- B6. Uitbreiding van subsidiemogelijkheden voor de ombouw van locomotieven
- B7. Subsidiëring van kosten voor vervanging van locomotieven

In het onderzoek is oplossingsrichting A2, conform de in de stuurgroep genomen besluiten, geïncorporeerd in het basisscenario. De oplossingsrichtingen B6 en B7 zijn modelmatig doorgerekend. De resultaten zijn weergegeven in hoofdstuk 5.

4. Modelling van de verwachte volumegroei van het spoorgoederenvervoer tot en met 2030

4.1. Globaal overzicht

Kern van de voorliggende studie is het ontwerpen en toepassen van een economisch prognosemodel. Dit model moet laten zien in welke mate de invoering van ERTMS een remmende werking heeft op de verwachte groei van het spoorgoederenvervoer tot en met 2030. Het model moet bovendien duidelijk maken in hoeverre dat negatieve effect kan worden weggenomen door elk van een geselecteerd aantal oplossingsrichtingen. Het model wordt gebruikt voor een verschillenanalyse tussen een wereld met en zonder kabinetsbesluit over de programmabeslissing ten aanzien van de invoering van ERTMS.

Bridgecraft heeft in nauw overleg met ProRail, I & W en de goederenvervoerders een model geconstrueerd dat bestaat uit vijf componenten:

- A. Selectie van een bestaande, gezaghebbende prognose voor de ontwikkeling van het goederenvolume op het spoor tot en met 2030.⁴ Daarbij is gekozen voor de *Basisprognose Goederenvervoer 2018* van I & W⁵, inclusief lokale ontwikkelingen stand 2019, afkomstig van ProRail, gebaseerd op het referentiescenario *WLO2 Hoog* van het Centraal Planbureau (CPB) en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).⁶ Met de keuze voor basisjaar 2019 zijn de gegevens recent en vrij van Covid effecten. Deze prognose, hierna kortweg *WLO2 Hoog*, is in het model het uitgangspunt voor wat er gebeurt als *Railmap 4.0* niet wordt geïmplementeerd. De impact van de

⁴ Ministerie van I & W (2017) *Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse (NMCA) Goederenvervoer integraal 2017*.

⁵ *BasGoed 2018*, het Basismodel Goederenvervoer van Rijkswaterstaat.

⁶ Centraal Planbureau/ Planbureau voor de Leefomgeving (2015) *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving; Nederland in 2030 en 2050*.

invoering van ERTMS wordt gepresenteerd in termen van een modificatie van de in WLO2 Hoog verwachte ladingvolumes.

- B. Een overzicht van alle locomotieven die per 2020 in Nederland zijn toegelaten, en van de meerkosten die implementatie van ERTMS voor elk type goederenlocomotief met zich brengt. Meerkosten ontstaan doordat een locomotief door ombouw van ERTMS-functionaliteit wordt voorzien, ofwel - bij locomotieven die niet omgebouwd kunnen worden - wordt vervangen door een nieuwe locomotief met ERTMS-functionaliteit. De meerkosten bestaan deels uit kapitaallasten die samenhangen met ombouw of vervanging en deels uit operationele kosten die samenhangen met het dagelijks gebruik van deze locomotieven.
- C. Een gedetailleerde beschrijving van een brede selectie van goederenverbindingen die op dit moment door goederenvervoerders op het Nederlandse spoor worden onderhouden. Alle bijzonderheden die van belang zijn voor de beoordeling van de impact van ERTMS op de te verwachten volumegroei van elke modelrit zijn vastgelegd. Het gaat daarbij om:
- startpunt en bestemming, basistracé, uitwijkroute en technische bijzonderheden van beide trajecten
 - type lading, frequentie, tonnage per rit, zowel op heen- als retourreis
 - indeling van de rit in één (of meer) van de ladingtypes in WLO2 Hoog
 - identificatie van de rangeer- (*last/first mile*) en langeafstand (*line haul*) delen waar elke rit uit bestaat ("deelbewegingen")
 - identificatie van de voor elk van die deelbewegingen ingezette locomotieven vóór en na de implementatie van ERTMS
 - kostprijs van elke deelbeweging en aandeel van de kosten van de locomotief in die kostprijs
 - bepalen van de meerkosten die in elke deelbeweging optreden als gevolg van de inzet van een andere locomotief (als daar sprake van is)
 - bepalen van de voor elke modelrit toepasselijke prijselasticiteit.
- D. Een beoordeling van het effect van de in elke rit optredende meerkosten op de verwachte volumegroei van de rit tussen de jaren 2019 en 2030. Dit effect wordt geanalyseerd op basis van de voor elke modelrit toepasselijke prijselasticiteit. De prijselasticiteit is de economische term voor het verband tussen de prijs van een product en de marktvraag. Daarbij is het uitgangspunt gehanteerd dat stijging van de kostprijs leidt tot een evenredige stijging van de verkoopprijs van de rit. Er zijn tientallen studies gepubliceerd over de prijselasticiteit van het goederenvervoer per spoor. De onderzoekers hebben een groot aantal van deze studies getoetst op hun relevantie voor de Nederlandse marktverhoudingen. Daarbij is met name gezocht naar studies die betrekking hebben op nabije geografische markten en die voldoende onderscheid maken tussen de verschillende relevante vervoers- en goede-

rencategorieën. Elasticiteiten zijn in het kader van dit project ontleend aan het rapport *Gutachten zur Bestimmung der Elastizität der Nachfrage der Eisenbahnverkehrsunternehmen* (2018) van het onderzoeksbureau KCW.⁷ Het bevat de resultaten van een studie die is uitgevoerd in opdracht van het Bundesnetzagentur, de organisatie die (onder meer) toeziet op de marktwerking op het spoor in Duitsland. Deze elasticiteiten zijn beoordeeld als zijnde representatief voor de Nederlandse markt. Deze keuze is verder toegelicht in paragraaf 4.5.

- E. Extrapolatie van de effecten per modelrit naar het marktotaal. Dit gebeurt door elke modelrit toe te wijzen aan één (of meer) van de ladingtypes die worden gebruikt in WLO2 Hoog. Voor elk ladingtype wordt vastgesteld wat het gewogen gemiddelde effect is van de implementatie van ERTMS op het volume van alle modelritten in dat ladingtype. Dat gewogen gemiddelde effect wordt geëxtrapoleerd door te veronderstellen dat het effect op de modelritten gelijk is aan het effect op het ladingtype als geheel. De effecten in de verschillende ladingtypes worden vervolgens bij elkaar opgeteld om een totaal markteffect vast te stellen.

Deze vijf onderwerpen worden nader toegelicht in de paragrafen 4.2 tot en met 4.6. Het hoofdstuk wordt in paragraaf 4.7 afgerond met een bespreking van mogelijke effecten die zich voordoen binnen de exploitatie van individuele bedrijven, maar die op het niveau van de modelanalyse niet zichtbaar zijn (zie paragraaf 2.3).

4.2. Grondslag voor de te verwachten volumeontwikkeling tot en met 2030

Bij aanvang van het project is besloten om een gezaghebbende prognose van het goederenvervoer per spoor te hanteren, op basis van het scenario WLO2 Hoog: het betreft een door ProRail opgestelde update van de volumeprognose uit 2019 van ProRail en I & W. Het kabinet heeft, onder meer in 2018, de door ProRail en I & W opgestelde volumeprognose voor het spoor voor 2030 tot doelstelling van het overheidsbeleid gemaakt. Dit is de prognose zoals toegepast bij de *Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse 2017* en de *Integrale Mobiliteitsanalyse 2021*.⁸ Deze dataset wordt op geregelde basis geactualiseerd door ProRail. In het project is gebruik gemaakt van een update van deze dataset die door ProRail aan de onderzoekers is verstrekt op 29 maart 2021.⁹

⁷ KCW, StatisticEye, HTC (Bonn, 2018) *Gutachten zur Bestimmung der Elastizität der Nachfrage der Eisenbahnverkehrsunternehmen*. Für die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen.

⁸ Ministerie van I & W (2017) *Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse 2017 NMCA-2017* en ministerie van I & W (2021) *Integrale Mobiliteitsanalyse 2021 IMA-2021*.

⁹ BPGV2018_LO19.

WLO2 Hoog kent een detaillering op twee niveaus: ladingtype en bestemmingsregio. Deze detaillering is in het project gevolgd. Dat wil zeggen dat modelritten zo zijn geselecteerd dat de verschillende ladingtypen en bestemmingsregio's en, waar mogelijk, de verschillende combinaties van beide in voldoende mate in het model zijn vertegenwoordigd.

De gebruikte cijfers maken onderscheid tussen de volgende ladingtypen:

- containers (met inbegrip van trailers)
- kolen (met inbegrip van vaste biomassa)
- ertsen
- natte bulk (voornamelijk chemicaliën)
- droge bulk (kalk, graan)
- staal
- overig (voornamelijk auto's).

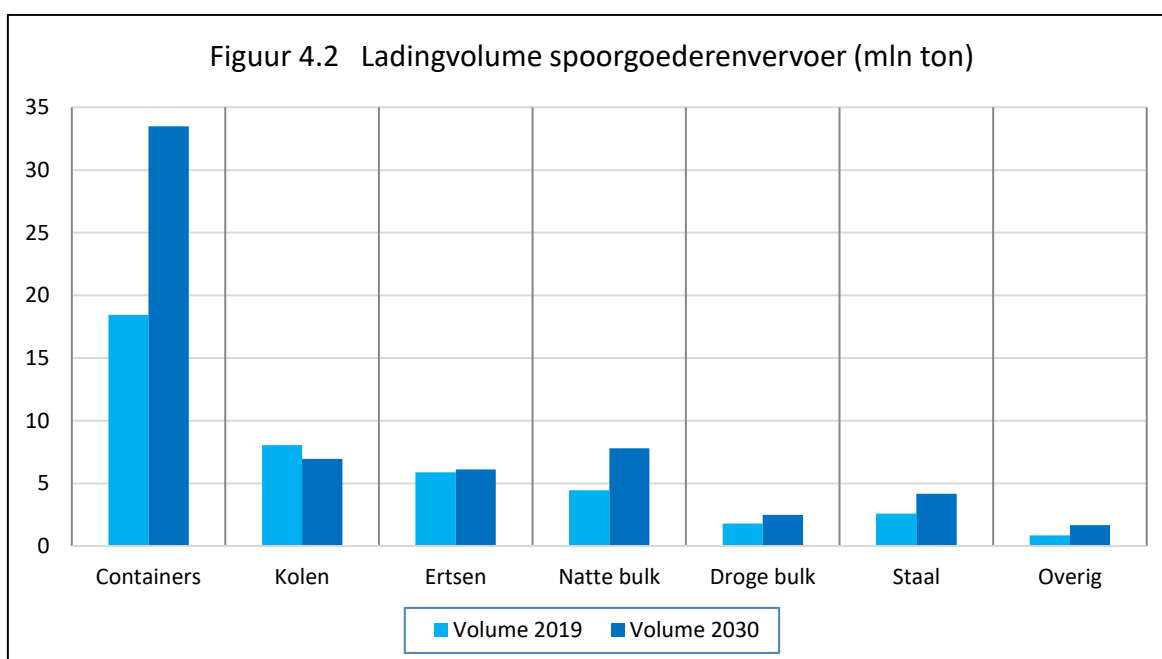
Daarnaast is het marktvolume verdeeld in cijfers voor een aantal herkomst- en bestemmingsgebieden (NUTS 1, 2 en 3) die zijn gegroepeerd in de volgende twaalf regio's:

- zes regio's binnen Nederland: Havengebied Rotterdam, (overig) West-Nederland, Noord- Nederland, Oost-Nederland, Noord-Brabant en Limburg
- drie regio's binnen Duitsland (Noord, Zuidoost en Zuidwest)
- drie regio's binnen Europa (Zuidwest Europa, Zuidoost Europa en Oost Europa).

Type lading	2019 mln ton	2030 mln ton	Groei
Containers	18,5	33,5	81%
Kolen	8,1	7,0	-/- 14%
Ertsen	5,9	6,1	4%
Natte bulk	4,5	7,8	75%
Droge bulk	1,8	2,5	38%
Staal	2,6	4,2	61%
Overig	0,9	1,7	96%
Totaal	42,1	62,6	49%

WLO2 Hoog is in het model de blauwdruk voor wat er gebeurt als *Railmap 4.0* niet wordt geïmplementeerd, het nulscenario. Het in dit project ontwikkelde economische model laat zien wat er gebeurt als ERTMS wél wordt ingevoerd. De impact van de invoering van ERTMS wordt gepresenteerd in termen van een modificatie van de in WLO2 Hoog verwachte ladingvolumes. Het basisjaar van de prognose is 2019. In dat jaar werd ruim 42 miljoen ton lading over het Nederlandse spoor vervoerd. In het project is 2030 gekozen als te beoordelen prognosejaar. Dit is gebeurd omdat in dat jaar de eerste stap van de implementatie van ERTMS in Nederland voltooid moet zijn. In 2030 wordt in het scenario WLO2 Hoog een ladingvolume van 62,6 miljoen ton voorzien.¹⁰

Een overzicht van de volumeprognose in WLO2 Hoog voor de periode 2019 - 2030 is opgenomen in tabel 4.1. Voor de werking van het model maakt het niet uit welke prognose als uitgangspunt wordt gekozen. Het model berekent de impact van de invoering van ERTMS in de vorm van een percentageel volumeverlies ten opzichte van de situatie zonder ERTMS. Die berekening is van toepassing op iedere gekozen basisprognose.



In WLO2 Hoog wordt voor de periode 2019 - 2030 een volumegroei verwacht van bijna 50% (zie ook figuur 4.2). Het leeuwendeel van die groei komt voor rekening van het segment containers. Dat ladingtype groeit met meer dan 80%. Ook natte bulk (chemicaliën) en staal groeien hard, terwijl het transport van kolen en ertsen stagneert.

4.3. Meerkosten per locomotief als gevolg van de introductie van ERTMS

¹⁰ ProRail (2021) *Integrale Mobiliteitsanalyse 2021, Deelrapportage Spoor en BTM*, pagina 50.

4.3.1 Inleiding

De introductie van ERTMS vereist dat locomotieven geschikt worden gemaakt voor het rijden onder ERTMS Level 2 Baseline 3. Dat brengt twee soorten kosten met zich:

- kapitaallasten die optreden als locomotieven worden omgebouwd of vervangen
- operationele kosten die verband houden met de implementatie van ERTMS.

Het gaat daarbij niet om de absolute bedragen maar om de *meerkosten*: het verschil tussen de kosten van het huidige materieel ten opzichte van de kosten van het materieel dat moet worden ingezet als gevolg van de implementatie van *Railmap 4.0*.

In het model worden beide typen kosten uitgedrukt in een bedrag per jaar en toegerekend aan de locomotieven waar de vloot van de spoorgoederenvervoerders uit bestaat. Anders gezegd: het effect van de implementatie van ERTMS op de exploitatie van de goederenvervoerders wordt volledig uitgedrukt in termen van een jaarlijks bedrag aan meerkosten voor elk in Nederland gebruikt type locomotief. Dat bedrag wordt in een laatste stap van de analyse gecorrigeerd voor eventuele productiviteitswinst die de omgebouwde of nieuwe locomotief biedt. Kosten zijn gebaseerd op het prijspeil in 2021.

4.3.2 Kapitaallasten

De invoering van ERTMS stelt nieuwe eisen aan de op het spoor gebruikte locomotieven. Om de bestaande tractiecapaciteit te behouden, moeten die locomotieven geschikt worden gemaakt voor het rijden op baanvakken met ERTMS. Dat kan op twee manieren:

1. Bestaande locomotieven kunnen worden omgebouwd om ze geschikt te maken voor ERTMS. Dit proces staat bekend onder de naam *retrofit* voor locomotieven waarin nog geen ERTMS-functionaliteit aanwezig is. Bij locomotieven waarin al een eerdere versie van ERTMS aanwezig is, wordt deze aanpassing aangeduid als *upgrade*. Het proces van ombouw verloopt in beide gevallen in twee stappen. Eerst dient voor elk type locomotief een prototype te worden ontwikkeld, getest en toegelaten. Als dat is gebeurd, kunnen alle andere exemplaren van het betrokken type locomotief volgens het model van het prototype worden omgebouwd.
2. Locomotieven die zich om economische of technische redenen niet lenen voor ombouw dienen te worden te vervangen door locomotieven met ERTMS.

Deze aanpassingen van locomotieven brengen investeringen met zich mee. Het gaat om de verwerving van materialen en diensten en om de kosten van stilstand tijdens de ombouwprocedure. Sommige goederenvervoerders zullen deze investeringen zelf dragen. Anderen zullen ervoor kiezen deze voor rekening van een leasemaatschappij te laten komen. In beide gevallen is voor de goederenvervoerder sprake van een kostenstijging, ofwel in de vorm van extra kapitaallasten ofwel door een stijging van het leasetarief. In het model is ervan uitgegaan dat de kostenstijging in beide gevallen even groot is.

De additionele kapitaallasten die ontstaan worden bepaald door de volgende factoren:

A. *Bruto investeringen*

Vertrekpunt zijn de voor elk type locomotief vastgestelde bruto investeringsbedragen voor prototype, ombouw (retrofit of upgrade) of vervanging.

B. *Subsidie voor ombouw*

De investeringsbedragen voor ombouw (retrofit en upgrade) worden verminderd met de uit hoofde van bestaande regelingen aanwezige subsidiemogelijkheden.¹¹

Die regelingen voorzien in de volgende subsidies:

- geen subsidie voor locomotieven die na 14 juli 2017 zijn toegelaten
- 90% van de kosten van prototypes van materieel dat vóór 14 juli 2017 is toegelaten¹²
- 50% voor de kosten van prototypes van materieel dat vóór 14 juli 2017 is toegelaten maar niet voor de subsidie van 90% kwalificeert
- 50% voor de kosten van seriematige ombouw van materieel dat vóór 14 juli 2017 is toegelaten en waarvan een ERTMS-prototype is toegelaten.

C. *Omslaan van prototypekosten bij ombouw*

Aan elke locomotief die wordt omgebouwd, wordt het proportionele aandeel toegeerekend van de kosten van het voor dat type locomotief ontwikkelde prototype. Dit komt er op neer dat bij elk type locomotief de netto investeringskosten van het prototype worden verdeeld over de gehele deelvloot. Dat leidt ertoe dat de gecombineerde netto investeringskosten van prototype en ombouw voor alle locomotieven in de deelvloot, inclusief het prototype, gelijk zijn.

D. *Netto jaarlasten locomotief na ombouw of vervanging*

De netto investeringskosten voor ombouw en vervanging worden omgerekend naar netto jaarlasten met behulp van door ProRail en de branche gehanteerde ratio's:

¹¹ *Subsidieregeling ERTMS*, geldend van 7 dec 2019 tot 1 jan 2023 (nr. IENW/BSK-2018/261650).

¹² In *Railmap 4.0* wordt uitgegaan van 50%. In 2019 is door I & W besloten om het percentage te verhogen tot 90% (Staatscourant 2019 nr. 66363 6 december 2019, *Regeling van de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, van 3 december 2019, nr. IENW/BSK-2019/206330, tot wijziging van de Subsidieregeling ERTMS in verband met de subsidiëring van activiteiten in de realisatiefase van het programma ERTMS*). In het basisscenario is deze 90% het uitgangspunt.

12,0% van het netto investeringsbedrag per jaar voor de aanschaf van nieuw materieel en 14,4% van het netto investeringsbedrag per jaar voor de kosten van prototype en ombouw (retrofit en upgrade). In die jaarlasten zijn de kosten voor eventuele grote systeem-updates niet inbegrepen. De frequentie en omvang van dergelijke updates is op dit moment niet te voorzien.

E. *Jaarlasten huidig materieel*

Bepaling van meerkosten van ERTMS-materieel vraagt om de vaststelling van de jaarlasten van locomotieven die door dat materieel worden vervangen. De onderzoekers hebben voor elk bestaand type locomotief een normatieve jaarlijkse leaseprijs bepaald op basis van gestileerde gegevens van de Programmadirectie ERTMS en van de aan het project meewerkende goederenvervoerders. Deze cijfers zijn gebaseerd op uitvoerig onderzoek en in overleg met partijen in consensus vastgesteld.

Tabel 4.3.2 (I) Additionele kapitaallasten per locomotief voor ombouw (upgrade en retrofit) (prijspeil 2021) Bron: ProRail en goederenvervoerders							
Locomotieven Om te bouwen	Toelating	Aantal locs	Huidige Jaarlast € 1.000	Netto proto € 1.000	Netto ombouw € 1.000	Jaarlast ombouw (14,4%)	Kosten- stijging loc
Siemens X4 Vectron	na 2016	200	522	0	200	29	6%
Bombardier TRAXX MS2/3	na 2016	150	495	0	200	29	6%
Siemens ES64F4	tot 2017	69	495	¹³			
Bombardier TRAXX MS2	tot 2017	110	495	1.500	225	34	7%
EMD Class 66	tot 2017	37	360	500	150	23	6%
MAK 6400 (ERTMS)	tot 2017	24	318	464	125	20	6%
Vossloh G1206	tot 2017	22	330	500	315	47	14%
Vossloh G2000	tot 2017	17	330	500	150	25	7%
MAK 6400 (geen ERTMS)	tot 2017	48	252	0	125	18	7%
MAK HLD77	tot 2017	24	252	2.500	150	37	15%
Totaal		701					

Het is de combinatie van deze factoren die de additionele kapitaallasten per locomotief bepaalt. Die meerkosten zijn gelijk aan het verschil tussen de netto jaarlasten van enerzijds de omgebouwde en nieuwe locomotieven en anderzijds de huidige kosten van de locomotieven die door ERTMS-geoutilleerd materieel worden vervangen. Een overzicht van de extra

¹³ Cijfers voor dit type locomotief niet vrijgegeven voor publicatie.

kapitaallasten per type locomotief is opgenomen in tabellen 4.3.2 (I - Ombouw) en 4.3.2 (II - Vervanging).

Tabel 4.3.2 (I - Ombouw) laat zien dat de additionele kapitaallasten voor het ombouwen van locomotieven variëren van € 18.000 per jaar voor de MAK6400 zonder ERTMS tot € 47.000 per jaar voor de Vossloh G1206 (met ERTMS). Het bedrag voor de MAK 6400 zonder ERTMS is geflatteerd omdat de prototypekosten voor dit model voor rekening komen van de MAK 6400 met ERTMS. In de gegeven bedragen zijn de bestaande subsidies van 90% voor prototypekosten en 50% voor ombouwkosten verwerkt.

De extra kapitaallasten door vervanging van locomotieven vallen hoger uit dan voor ombouw. Zij liggen volgens tabel 4.3.2 (II - Vervanging) in de meeste gevallen tussen de € 200.000 en € 300.000 per locomotief per jaar. Uitschieters zijn de EMD Class 66 die bijna € 350.000 per jaar duurder wordt en de Siemens BR189, die wordt vervangen door een locomotief die iets goedkoper blijkt te zijn. Deze hogere kosten zijn het resultaat van twee factoren:

- er bestaat geen subsidieregeling voor de vervanging van locomotieven
- een groot deel van de te vervangen locomotieven is al geruime tijd in gebruik en heeft een relatief lage actuele jaarlast van minder dan € 300.000.

Locomotieven Te vervangen	Aan tal locs	Huidige jaarlast € 1.000	Vervangend model	Jaarlast Nwe loc € 1.000	Kosten- stijging
Siemens BR189	60	495	Siemens X4 Vectron	480	-/- 3%
EMD Class66 (geen ERTMS)	22	300	Stadler Euro 9000	648	116%
Alstom 1600/1800	27	165	TRAXX MS of Vectron	480	191%
Alstom BR203 (ERTMS)	16	300	DM20 - HBR700 - Alstom H4	480	60%
Vossloh G1206 (geen ERTMS)	3	267	DM20 - HBR700 - Alstom H4	480	80%
Vossloh G2000 (geen ERTMS)	14	282	Vossloh DE18	480	70%
Alstom BR203 (geen ERTMS)	9	252	DM20 - HBR700 - Alstom H4	480	90%
Diverse rangeer diesellocs	69	93	HD300 - Stadler Dual - Alst H3	360	287%
Totaal	220				

De meeste locomotieven in de categorie diverse rangeerloos opereren zodanig lokaal dat zij niet met ERTMS uitgerust hoeven te worden. Goederenvervoerders hebben evenwel laten zien dat sommige van deze locomotieven geregeld van rangeerterrein wisselen en/of line haul trajecten voor hun rekening nemen. De onderzoekers zijn er van uitgegaan dat dit voor 10 van de 69 locomotieven het geval is. Er zijn twee modelritten waarin één van deze "diverse diesel rangeerlocomotieven" voorkomt. In beide gevallen is er op basis van mededelingen van de voor de betrokken modelrit verantwoordelijke operator van uitgegaan dat de ingezette locomotief niet slechts op één vast rangeerterrein wordt gebruikt. Dat betekent dat deze locomotieven vervangen moeten worden om in het basisscenario tot en met 2030 te kunnen blijven functioneren.

4.3.3. Operationele meerkosten

Strandingen

Het gebruik van locomotieven op basis van ERTMS brengt ook operationele meerkosten met zich. Deze kosten houden met name verband met strandingen. Op basis van de jarenlange ervaringen met de bestaande versie van ERTMS op de Betuweroute is een verhoogd risico op storingen, die leiden tot het stilvallen van een trein, niet uit te sluiten. De ERTMS-versie op de Betuweroute dateert uit 2007. ERTMS Baseline 3 Level 2 is een nieuw systeem dat is gespecificeerd op een hoger niveau van betrouwbaarheid. Dit geeft reden om te verwachten dat het aantal strandingen op nieuwe ERTMS-baanvakken beperkter zal zijn dan op de Betuweroute. ERTMS Level 2 Baseline 3 Release 2 (specificatie 3.6.0) is nieuw in Nederland en moet operationeel nog beproefd worden. Het is daarom essentieel dat de leveranciers van ERTMS een betrouwbaar systeem gaan leveren en garanderen. Dat is nu nog onzeker. Daarnaast moeten alle partijen en gebruikers met het nieuwe systeem leren omgaan. Om bovenstaande redenen is er in dit rapport vanuit gegaan dat de verbeterde prestatie pas na 2030 wordt gerealiseerd.

De Programmadirectie ERTMS heeft een analyse gemaakt van de strandingen die zich in de afgelopen jaren hebben voorgedaan op baanvakken die met een van de huidige versies van ERTMS zijn uitgerust. Het aantal strandingen per kilometer spoor per jaar op dit moment is door de onderzoekers gebruikt als maatstaf voor het te verwachten aantal strandingen dat zich zal voordoen op de baanvakken waarop in het kader van Railmap 4.0 ERTMS wordt aangebracht.

Bij de huidige vervoersvolumes voert deze analyse tot een te verwachten aantal van 700 additionele aan ERTMS gerelateerde strandingen per jaar.¹⁴ Deze strandingen zijn tweërlei: 100 ernstige strandingen waarbij de trein moet worden weggesleept en 600 strandingen waarbij de trein zijn weg op eigen kracht voort kan zetten. De kosten van strandingen met afsleep worden geschat op € 22.000 per incident. Deze kosten bestaan uit gevolgschade als gevolg van vertraging, reputatieschade, kosten voor het wegslepen en de tijdelijke uitval van de locomotief, kosten voor de inzet van vervangend personeel en materieel en de kosten voor correctief onderhoud. Voor strandingen waarbij de trein zelfstandig zijn weg vervolgt, worden de kosten geraamd op € 3.000 per incident. Het gaat dan met name om kosten voor correctief onderhoud en vertraging.

Dit brengt de totale meerkosten als gevolg van strandingen op € 4,0 miljoen per jaar. In deze studie worden de meerkosten die het gevolg zijn van de implementatie van ERTMS geanalyseerd op het niveau van de locomotieven die in het goederenvervoer worden gebruikt. Dat betekent dat de meerkosten als gevolg van strandingen moeten worden omgeslagen naar een bedrag per jaar per locomotief. Het gaat dan alleen om de locomotieven die op rijden op baanvakken met ERTMS. Uitgaande van een totale vlootomvang van 921 goederenlocomotieven in Nederland op dit moment, verminderd met 59 locomotieven die alleen lokaal op rangeerterreinen worden ingezet en dus niet rijden onder ERTMS, voert dit tot een jaarlijks bedrag aan meerkosten per locomotief van € 4.675.¹⁵ In de gevoeligheidsanalyse in paragraaf 5.1 zijn varianten doorgerekend waarbij het aantal strandingen respectievelijk 50% of 100% hoger is dan in het basisscenario.

Opleidingskosten

De ingebruikneming van locomotieven op basis van ERTMS leidt tot kosten voor het opleiden van machinisten. Als wordt uitgegaan van het opleiden van gemiddeld twee machinisten per locomotief, brengt dit meerkosten met zich van € 3.076 per locomotief. Dit bedrag kan, uitgaande van periodieke verversing van deze opleiding worden omgeslagen over een periode van 5 jaar. De resulterende jaarlast bedraagt € 615 per locomotief.

4.3.4. Totale meerkosten

¹⁴ De goederenvervoerders houden rekening met mogelijk veel hogere cijfers. Zij kunnen dat op dit moment echter niet kwantitatief onderbouwen. Om deze reden is in paragraaf 5.3 bepaald wat de gevoeligheid is van het model voor variaties in deze cijfers.

¹⁵ Volgens opgaaf van de Programmadirectie ERTMS telt de Nederlandse vloot 921 locomotieven (per aanvang 2021).

De operationele meerkosten bedragen overeenkomstig de berekening in paragraaf 4.3.3. € 5.291 per locomotief per jaar. Deze meerkosten moeten worden toegevoegd aan de additionele kapitaallasten die zijn vastgelegd in de paragraaf 4.3.2. Dit betekent, om een voorbeeld te noemen, dat vervanging van de Vossloh G2000 zonder ERTMS door een Vossloh DE18 leidt tot totale meerkosten van € 203.000 per jaar (een kostenstijging van €282.000 per jaar naar € 485.000 per jaar). Dit komt overeen met een procentuele toename van de kosten met 72%. Een overzicht van de totale meerkosten voor alle typen locomotieven is opgenomen in tabel 4.3.4. Paragraaf 4.3.5 gaat in op de productiviteitswinst die bij de vervanging van bepaalde typen locomotieven wordt geboekt. De meerkosten die worden genoemd bij diverse rangeer diesellocs gelden alleen voor de 10 exemplaren die interlokaal opereren (zie paragraaf 4.3.2, laatste alinea).

Locomotief	Aantal locs	Ombouw/ vervang /onveranderd O/V/-	Huidige Jaarlast € 1.000	Meerkosten totaal €1.000	Kosten stijging loc
Siemens X4 Vectron	200	O	522	34	7%
Bombardier TRAXX MS2/3	150	O	495	34	7%
Siemens ES64F4	69	O	495		
Bombardier TRAXX MS2	110	O	495	39	8%
EMD Class 66	37	O	360	28	8%
MAK 6400 (ERTMS)	24	O	318	25	8%
Vossloh G1206	22	O	330	52	16%
Vossloh G2000	17	O	330	30	9%
MAK 6400 (geen ERTMS)	48	O	252	23	9%
MAK HLD77	24	O	252	42	17%
Siemens BR189	60	V	495	-/- 10	-/- 2%
EMD Class66 (geen ERTMS)	22	V	300	353	118%
Alstom 1600/1800	27	V	165	320	194%
Alstom BR203 (ERTMS)	16	V	300	185	62%
Vossloh G1206 (geen ERTMS)	3	V	267	218	82%
Vossloh G2000 (geen ERTMS)	14	V	282	203	72%
Alstom BR203 (geen ERTMS)	9	V	252	233	93%
Diverse rangeer diesellocs	69	-	93	272	292%
Totaal	921				

4.3.5. Productiviteitswinst bij vervanging van locomotieven

De introductie van ERTMS-functionaliteit biedt voor de periode tot 2031 in beginsel geen bedrijfseconomische voordelen aan goederenvervoerders. Dit kan wel het geval zijn bij vervanging van oude locomotieven door nieuwe. Nieuwe locomotieven zullen in bepaalde gevallen meer tonkilometers per jaar produceren dan het oude model dat zij vervangen. De verhouding tussen de tonkilometers van de nieuwe en oude locomotief wordt aangeduid als de productiviteitswinst. Deze productiviteitswinst moet meegewogen worden om de kosten van de nieuwe locomotief vergelijkbaar te maken met kosten van de oude locomotief. Als een omgebouwde of nieuwe locomotief twee keer zoveel tonkilometers produceert, "mag" hij ook twee keer zo veel kosten.

Productiviteitswinst wordt op dit moment alleen verwacht bij vervanging van de locomotieven van de types Alstom 1600 en 1800. De in plaats van deze locomotieven in te zetten nieuwe locomotieven van Bombardier (TRAXX) of Siemens (Vectron) zijn in heel Nederland onbeperkt inzetbaar en daardoor naar verwachting 20% productiever dan hun voorgangers. Dit betekent dat de kostenstijging bij dit type locs effectief 145% bedraagt. Zonder deze productiviteitswinst was de kostenstijging 194% geweest. De andere vervangende locomotieftypes hebben een productiviteit die naar verwachting vergelijkbaar is met de momenteel operationele locomotief.

4.3.6. Meerkosten en volumegroei

Voor de periode 2019 - 2030 wordt in deze studie uitgegaan van een sterke volumegroei in het goederenvervoer per spoor. Dit betekent dat de in Nederland actieve vloot van goederenlocomotieven in genoemde periode significant wordt uitgebreid. De samenstelling van de vloot op dit moment is bekend. Hetzelfde geldt voor de kosten van de verschillende locomotieven waar die vloot uit bestaat. Dit betekent dat de meerkosten als gevolg van de invoering ERTMS op de bestaande vloot met een grote mate van nauwkeurigheid in kaart gebracht kunnen worden.

Dat geldt niet voor de meerkosten die optreden in locomotieven die nog aangeschaft moeten worden. De goederenvervoerders zullen hun vloten in de komende jaren uitbreiden door het aanschaffen, leasen of huren van extra locomotieven. De samenstelling van deze uitbreiding van de bestaande vloot kan alleen benaderd worden. Dit is gebeurd door goederenvervoerders te vragen welk type materieel zij voor de uitbreiding van hun activiteitenpakket in de komende jaren in willen zetten. Het gaat dan met name om de keuze die zou

worden gemaakt als geen sprake is van de invoering van ERTMS. Alleen dan kan het effect van die invoering op een zuivere manier vastgesteld worden.

Bij de beantwoording van deze vraag is door veel goederenvervoerders gewezen op het zeer concurrerende karakter van de logistieke markten waarin zij opereren. De groei in het goederenvervoer komt vrijwel volledig voor rekening van één marktsegment: het vervoer van containers. Dit is ook het marktsegment waarin de concurrentie met het vervoer over de weg en het water het sterkst is. Lage kosten zijn een voorwaarde om in die concurrentie overeind te blijven.

Bij het beperken van kosten speelt het gebruik van oudere locomotieven een cruciale rol. De meeste vervoerders stellen daarom dat zij bij uitbreiding van hun vloot zullen blijven kiezen voor materieel dat al enige jaren in gebruik is. Tegen deze achtergrond is het reëel om te veronderstellen dat de gemiddelde prijsstijging van de vloot, zoals deze in 2019 is samengesteld, een goede graadmeter is voor de kostprijsstijging van de vloot als geheel in 2030. Deze verwachting kan niet met exacte cijfers worden onderbouwd. Het gaat hier immers om aankoop-beslissingen die nog genomen moeten worden en die mede afhankelijk zijn van een beleidskader dat volop in beweging is.

4.4. Model, modelritten en effect van de invoering van ERTMS op elke modelrit

4.4.1 Inleiding

Het rekenmodel dat wordt gebruikt om de impact van ERTMS op het spoorgoederenvervoer te bepalen, is opgetrokken op een brede en representatieve selectie van de goederenspoordiensten die op dit moment op het Nederlandse spoor worden uitgevoerd. Het gaat om werkelijk bestaande verbindingen die door één van de op het Nederlandse spoor actieve vervoerders op geregelde basis worden onderhouden. Bij de selectie van modelritten zijn het marktvolume in 2019 en de verdeling daarvan over de verschillende door ProRail onderscheiden ladingtypen en bestemmingsregio's als leidraad gekozen. Verder zijn alle belangrijke goederenvervoerders middels één of meer modelritten in het model vertegenwoordigd.

In elk marktsegment (of ladingtype) is gezocht naar een zodanig aantal ritten dat tenminste 20% van het volume in 2019 in dat ladingtype is vertegenwoordigd. De ritten zijn verder

zo gekozen dat de belangrijke bestemmingsregio's in elk segment zo goed mogelijk zijn afgedekt. Tabel 4.4.1 geeft een overzicht van het aantal modelritten voor elk ladingtype en hun aandeel in het totale volume van het betrokken segment.

Er zijn 32 modelritten geselecteerd. Daarvan is er één die in twee segmenten hoort (containers en overig) en voor de helft in beide is meegeteld. Samen zijn de 32 ritten goed voor 29% van het marktvolume in 2019. Voor een aantal ritten is de informatie, zoals meegenomen in de analyse, beperkt tot het Nederlandse deel van de rit. De ritten bieden een fijnmazige representatie van de activiteit in elk segment. De enige uitzondering is het segment staal. Het is niet mogelijk gebleken om gegevens over een staalrit boven water te krijgen. Aangenomen is dat het volume-effect in dit segment gelijk is aan dat in het segment droge bulk. Onder droge bulk valt ook breakbulk-lading en in de maritieme logistiek wordt staal als breakbulk getypeerd.

Type lading	Marktvolume		Modelritten		
	2019 mln ton	2019 aandeel	aantal	volume	aandeel segment
Containers	18,5	44%	13,5	3,8	20%
Kolen	8,1	19%	4,0	3,0	37%
Ertsen	5,9	14%	1,0	3,5	59%
Natte bulk	4,5	11%	9,0	1,2	26%
Droge bulk	1,8	4%	2,0	0,6	31%
Staal	2,6	6%	1,0		
Overig	0,9	2%	1,5	0,3	32%
Totaal	42,1	100%	32,0	12,2	29%

In het vervolg wordt de functie van de modelritten in het economisch model nader toegelicht. Daarbij komen de volgende onderwerpen aan de orde:

- gegevens van elke modelrit en hun belang
- kengetallen van elke modelrit
- impact van ERTMS op de verwachte volumegroei van elke modelrit
- herkomst van gegevens en vertrouwelijkheid van concurrentiegevoelige informatie.

4.4.2. Gegevens, herkomst en validatie

De gegevens over modelritten zijn verstrekt door de op het Nederlandse spoor actieve vervoerders. Vrijwel alle bedrijven hebben gegevens over één of meer ritten geleverd. De gegevens hebben een vertrouwelijk karakter. Dit geldt met name voor informatie over kosten en verkoopprijzen. Met de bedrijven is afgesproken dat Bridgecraft financiële gegevens in *gemaskeerde* vorm rapporteert. De naam van de vervoerder van elke modelrit wordt niet genoemd. Verder zijn prijzen op willekeurige basis aangepast met een cijfer tussen de -10% en +10 procent. De onderlinge verhouding tussen de cijfers voor elke rit blijft daarbij onveranderd. De impact van de invoering van ERTMS op de verwachte volumeontwikkeling van elke modelrit wordt door de maskering van gegevens niet beïnvloed.

Tabel 4.4.2	
Gegevens	Bron
Spoorinfrastructuur	ProRail, Programmadirectie ERTMS, vervoerders
Locomotief vloot	Vervoerders, Programmadirectie ERTMS
Vervoersvolumes (nationaal), realisatie en prognose	ProRail, CPB/PBL, I & W
Volumes modelritten	Vervoerders
Financiële en logistieke karakteristieken modelritten	Vervoerders
Effect ERTMS op loc park, mogelijkheden tot ombouw, alternatief materieel en kosten	Programmadirectie ERTMS, vervoerders
Effect ERTMS op operationele kosten en incidentie van storingen	Programmadirectie ERTMS, vervoerders
Subsidies staand beleid	I & W, Programmadirectie ERTMS
Prijselasticiteit	Literatuur

Tabel 4.4.2 geeft een overzicht van de bronnen van elk type gegevens. Omdat uiteenlopende partijen gegevens hebben aangeleverd, hebben de onderzoekers definities opgesteld,

cijfers getoetst en geharmoniseerd en keuzes gemaakt. Elke goederenvervoerder heeft immers zijn bedrijfseconomische gegevens op eigen wijze georganiseerd en werkt met eigen definities en rubriceringen. Deze gegevens zijn in lijn gebracht met gegevens, zoals verkregen van de Programmadirectie ERTMS, ProRail, I & W en CPB/PBL.

Over de meerkosten is uitvoerig van gedachten gewisseld. ProRail en goederenvervoerders hebben een gedegen onderbouwing aangeleverd. Hierbij hebben de onderzoekers een modererende rol gehad. De keuze voor de toegepaste elasticiteiten is door de onderzoekers gemaakt en beargumenteerd. Deze set elasticiteiten is door de betrokkenen aanvaard als bruikbaar dan een uniforme elasticiteit voor alle ladingtypen (zie paragraaf 4.5).

De integriteit en consistentie van gegevens en uitkomsten is gecontroleerd, en het model is gekalibreerd en gevalideerd met behulp van de volgende methoden:

- berekening en toetsing van kengetallen
- raadpleging van experts
- kritisch toezicht door de stuurgroep, taakgroep, werkgroep en projectleider (zie paragraaf 2.1)
- verwerking van commentaar afkomstig van ProRail, de Programmadirectie ERTMS en van goederenvervoerders
- controle door ProRail van gegevens betreffende de infrastructuur
- uitvoering van een gevoeligheidsanalyse (zie paragraaf 5.3)
- toetsing van de invoergegevens door de Programmadirectie ERTMS¹⁶

4.4.3. Gegevens van elke modelrit en hun belang

Van elke modelrit is de informatie verzameld die nodig is, om te bepalen wat de impact is van de invoering van ERTMS op het verwachte volume van de rit in 2030. De operationele en bedrijfseconomische informatie over elke rit is afkomstig van de vervoerder die de betrokken verbinding onderhoudt. Gegevens over de technische bijzonderheden van het spoortracé waarlangs de rit wordt uitgevoerd zijn geleverd door de vervoerders en ProRail. Hieronder volgt een overzicht van de gegevens die over elke rit zijn vastgelegd:

Algemene gegevens

- A. Vervoerder van de rit. Dit gegeven heeft geen betekenis voor de berekening, maar markeert de bron waar de operationele en bedrijfseconomische informatie over de

¹⁶ Programmadirectie ERTMS/IEMeV (2021) *Toetsing van gebruikte kostengegevens in model voor project Verbeterinitiatieven Goederen. Input t.b.v. Zwaar Wegend Advies.*

- rit vandaan komt en waar deze, indien nodig, geverifieerd en geactualiseerd kan worden. De naam van de vervoerder wordt niet openbaar gemaakt om de vertrouwelijkheid van de verstrekte gegevens te beschermen (zie paragraaf 4.4.2).
- B. Vervoerseconomisch marktsegment in de zin van de prijselasticiteit. Dit gegeven bepaalt welke prijselasticiteit op de betrokken rit van toepassing is (zie hieronder bij Q).
- C. Ladingtype. Indeling van de rit in één van de door ProRail onderscheiden ladingtypen. Dit gegeven bepaalt onder meer welke groeitempo voor de rit wordt verondersteld in de periode tot en met 2030 (zie paragraaf 4.6).

Route en specificaties

- D. Begin- en eindpunt van de rit.
- E. Beschrijving van de voorkeursroute voor het uitvoeren van de rit en van de uitwijkroute die wordt gebruikt als de voorkeursroute door capaciteitsgebrek of werkzaamheden niet beschikbaar is. Bij elke rit is vermeld hoe vaak het voorkomt dat de uitwijkroute wordt gebruikt. Deze informatie is van belang omdat de uitwijkroute mede bepaalt welke locomotief de vervoerder voor de rit dient in te zetten.
- F. De locatie van zogenaamde ontkoppelpunten in voorkeurs- en uitwijkroute. Een ontkoppelpunt is de locatie, het emplacement, waar een wisseling van locomotief plaatsvindt, en waar, indien noodzakelijk, geduwd gerangeerd wordt. In de meeste gevallen is dit de plek waar het rangeerdeel (*first mile*) van de rit ophoudt en het lange-afstandsdeel (*line haul*) begint. Deze drie bestanddelen van elke modelrit worden in het vervolg ook aangeduid als deeltrajecten.
- G. Lengte en (beheers-) technische specificaties van voorkeursroute en uitwijkroute. Zie voor een voorbeeld tabel 4.4.3 (I). Het gaat om de volgende gegevens:
- is het traject uitgerust met het treinbeïnvloedingssysteem ATB NG? Er is bepaald of het loctype is uitgerust met ATB NG om de route te kunnen gebruiken of niet. Als dat niet zo is, is een andere route zonder ATB NG in de infra gekozen
 - is er bovenleiding en, zo ja, met welke spanning?
 - wordt het traject met ERTMS Level 2 Baseline 3 uitgerust?
 - is het gehele traject uitgerust met assentellers (dit bepaalt of er nieuwe lichtere ERTMS-geoutilleerde diesel of hybride locomotieven kunnen worden ingezet met een laag gewicht)?
 - ligt (een deel van) het traject op het TEN-T Kernnetwerk Goederen (veronderstelt spoedige implementatie van ERTMS na 2030)?
 - wordt er gebruik gemaakt van spoor in niet centraal bediend gebied? Zo ja, dan blijven de betrokken spoorlijnen/locaties in de analyse buiten beschouwing.

Deze specificaties bepalen gezamenlijk aan welke eisen de locomotieven moeten voldoen die voor de rit worden ingezet. Daarbij is van belang dat de keuze tussen voorkeursroute en uitwijkroute vaak op korte termijn moet worden gemaakt. Dit betekent dat een locomotief moet worden ingezet die op beide routes operationeel inzetbaar is.

Tabel 4.4.3 (I) Route en specificatie van modelritten, voorbeeld modelrit 22	
Modelrit nummer	22
Ladingtype	Natte bulk
Voorkeursroute	
Beginpunt	Chemelot (Geleen)
Ontkoppelpunt	Sittard
Route	Maaslijn - IJssellijn
Ontkoppelpunt	Zwolle
Eindpunt	Emmen
Lengte	281 kilometer
Specificaties voorkeursroute	
ATB NG	Ja (Roermond - Nijmegen)
Bovenleiding	Deels, 1500 V; Chemelot en Maaslijn (nog) geen
ERTMS Level 2 Baseline 3	Nee
Assentellers	Deels assentellers, deels GRS
TEN-T Kernnetwerk	Ja
Baseline 3 Emplacementen	Nee
Niet Centraal Bediend Gebied	Chemelot, Emmen
Uitwijkroute	
Is er een uitwijkroute	Ja
Gebruik van uitwijkroute	40%

- H. Een specificatie van bijzondere betekenis is de aanwezigheid op de voorkeursroute en uitwijkroute van emplacementen die vóór 2031 worden voorzien van ERTMS Level 2 Baseline 3. Dit is van belang voor de situatie waar de aanname dat geduwd

rangeren onder ERTMS mogelijk wordt, niet zou opgaan, en op deze emplacements geen rangeerbewegingen mogelijk zijn. Deze situatie is uitgewerkt in de gevoeligheidsanalyse (zie paragraaf 5.3). In het basisscenario doet dit probleem zich niet voor.

Exploitatie van de modelrit

- I. Frequentie, reistijd, lengte, capaciteit en gemiddelde beladingsgraad van de trein. Deze bepalen het totale volume van de rit op jaarbasis. In de markt wordt niet gesproken over rit, maar over *omloop*. Dit is de combinatie van heen- en terugreis, omdat bij de meeste ritten in beide richtingen lading wordt vervoerd. De frequentie en reistijd van de omloop bepalen samen hoeveel wagensets een vervoerder tot zijn beschikking moet hebben om de omloop in de aangeboden frequentie te kunnen uitvoeren (zie L).
- J. Verkoop- en kostprijs van de omloop exclusief wagenset. Goederentransport per spoor wordt in het algemeen aangeboden op basis van prijzen exclusief de kosten van de gebruikte wagens. Die kosten worden separaat in rekening gebracht of door de verlader zelf gedragen. De verkoopprijs wordt, op basis van ervaring, mede bepaald door de kans op de voorkeursroute, en die op de uitwijkroute. De verkoopprijs en integrale kostprijs van veel modelritten liggen dicht bij elkaar. Dit sluit aan bij de marginale rentabiliteit van veel spoorgoederenvervoerders. Daarom is in het model een vaste netto marge gehanteerd van nul procent. Die marge geldt zowel voor de situatie vóór als na de implementatie van ERTMS. Anders gezegd: kostenstijgingen worden door de exploitant niet geabsorbeerd in de eigen exploitatie, maar direct doorbelast aan de klant in de vorm van een verhoogde verkoopprijs. Zolang wordt uitgegaan van een kleine netto marge die voor alle ritten en jaartallen gelijk is, heeft de hoogte van die marge geen significant effect op de uitkomst van de berekeningen.
- K. Splitsing van de totale kostprijs (zie J) in deeltkosten voor *first mile*, *line haul* en *last mile*. Dit is een kostenverdeling die door veel goederenvervoerders wordt gemaakt, niet alleen bij uitbesteding van de *first* en *last mile* aan derden maar ook bij uitvoering van het rangeerwerk in eigen beheer.
- L. De huurkosten van wagens, het aantal wagens waaruit de trein bestaat en het aantal wagensets dat de vervoerder tot zijn beschikking moet hebben om de omloop in de geplande frequentie aan te kunnen bieden. Wagensets worden in het algemeen voor lange duur gehuurd en voor een bepaalde omloop gereserveerd. De frequentie en de tijdsduur van de omloop bepalen hoeveel wagensets er nodig zijn en hoe efficiënt die worden benut. Verder kan het aantal benodigde wagensets worden beïnvloed door het streven om *line haul* locomotieven na arriveren op het ontkoppelpunt niet te laten wachten op het lossen en weer beladen van de gebrachte wagenset. Er staat reeds een andere set geladen klaar die meteen meegenomen kan worden. De kosten

van de voor de omloop beschikbare wagensets worden omgeslagen over het totale aantal omlopen dat in een jaar wordt uitgevoerd.

Een voorbeeld met een overzicht van de verzamelde gegevens aangaande de exploitatie van een modelrit is opgenomen in tabel 4.4.3. (II).

Tabel 4.4.3 (II) Exploitatie van modelritten, voorbeeld modelrit 4 (ge- maskeerde prijzen , prijspeil 2021)	
Modelrit nummer	4
Ladingtype	containers
Herkomst - bestemming	Maasvlakte - Germersheim
Exploitatiegegevens	
Frequentie (omlopen per jaar)	100
Tijdsduur omloop (etmalen)	1,0
Capaciteit trein (ladingtonnen)	1.200
Gemiddelde beladingsgraad heenrit	95%
Gemiddelde beladingsgraad retourrit	95%
Tonnage per jaar (2019)	228.000
Kostprijs per omloop (ex wagenset)	€ 12.000
Benodigd aantal wagensets	1
Aantal wagens in wagenset	24
Reserve	1,2
Kostprijs containerwagen per dag	€ 35
Huurprijs wagenset per jaar	€ 324.996
Kostprijs wagenset per omloop	€ 3.250
Kostprijs <i>first mile</i> (all in)	€ 2.224
Kostprijs <i>line haul</i> (all in)	€ 11.755
Kostprijs <i>last mile</i> (all in)	€ 1.271
Totale kostprijs	€ 15.250

4.4.4. Bepaling van de impact van ERTMS op de verwachte volumegroei van elke modelrit

De bepaling van de te verwachten impact van de invoering van ERTMS op de volumeontwikkeling van elke modelrit verloopt in drie stappen:

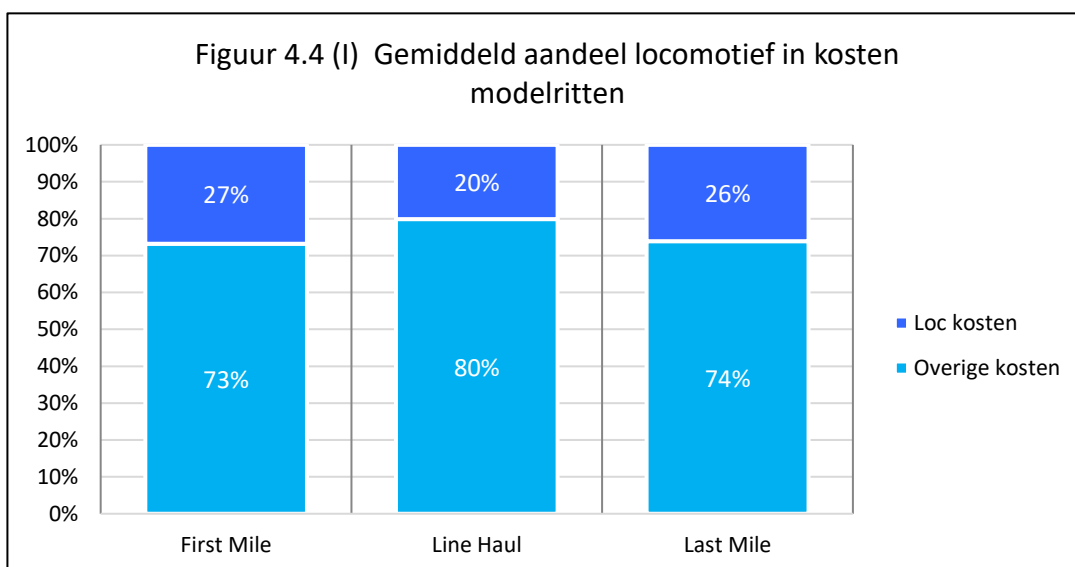
- identificatie van de ingezette locomotieven en hun aandeel in de kostprijs van de rit
- identificatie van de locomotieven die na de implementatie van ERTMS in dezelfde rit moeten worden ingezet en van de meerkosten die dat met zich brengt
- bepaling van het verwachte volume-effect met behulp van de prijselasticiteit voor de economische categorie waar de in de modelrit vervoerde lading toe behoort.

Tabel 4.4.4 (I) Meerkosten per modelrit door ERTMS (prijspeil 2021, gemaskeerde prijzen)	
Modelrit nummer	14
Ladingtype	kolen
Herkomst - bestemming	Rietlanden (A'dam) Saarbrücken
First Mile	
Kostprijs 2019	€ 3.568
Loc 2019	BR203 geen ERTMS
Loc 2030	DM20, HBR700 of H4
Kostenstijging loc	93%
Aandeel loc in kosten <i>first mile</i>	45%
Kostenstijging <i>first mile</i>	41%
Kostprijs 2030	€ 5.052
Line Haul	
Kostprijs 2019	€ 5.040
Loc 2019	BR189 ERTMS
Loc 2030	BR189 ERTMS BL3
Kostenstijging loc	8%
Aandeel loc in kosten <i>line haul</i>	49%
Kostenstijging <i>line haul</i>	4%
Kostprijs 2030	€ 5.245
Last Mile	
Kostprijs 2019	buiten scope onbekend
Kostprijs 2030	onbekend
Kostprijs modelrit 2019 (enkel NL traject)	€ 8.608
Kostprijs modelrit 2030 (enkel NL traject)	€ 10.298
Kostenstijging modelrit	20%

Deze stappen worden in het vervolg nader toegelicht. De rekenmethode wordt in tabel 4.4.4 (I) geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld.

Ingezette locomotieven en hun aandeel in de kosten van de modelrit.

M. Identificatie van de locomotieven die dit moment worden ingezet op elk deeltraject van de modelrit, volgens opgave van de vervoerder. Het gemiddelde aandeel van de locomotiefkosten op het *line haul* traject is lager dan op de *first* en *last mile* (zie figuur 4.4 (I)). Als de *first* of *last mile* zich buiten Nederland bevindt, is geen informatie verzameld over de locomotief die dat deel van de rit behandelt. In dat geval heeft de implementatie van ERTMS in Nederland immers geen invloed op het in dat deeltraject benodigde materieel. In het model wordt ervan uitgegaan dat de kostprijs van een deeltraject in zo'n geval tot en met 2030 ongewijzigd blijft. De kostprijs van het deeltraject is zowel in 2019 als 2030 wel meegerekend in de totale kosten van de modelrit. Dit is gebeurd omdat het effect van de prijselasticiteit moet worden bepaald op basis van de verandering van de totale prijs die aan de klant voor de modelrit in rekening wordt gebracht.

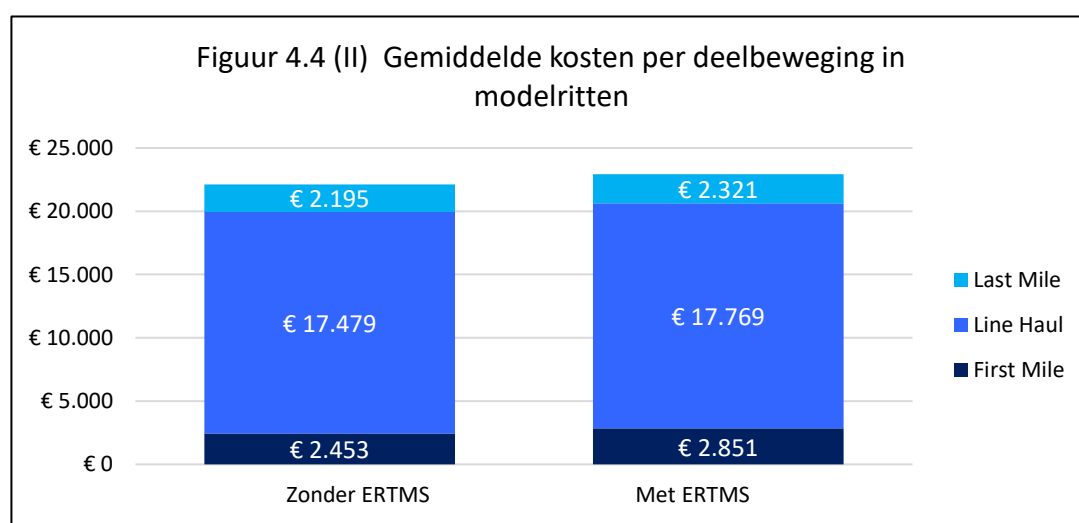


N. Aandeel van de kosten van de gebruikte locomotief in de totale kostprijs van elk deeltraject. Het gaat om het aandeel van de rangeerlocomotief in de totale kosten van de *first mile*, de kosten van de *line haul* locomotief in de kosten van het *line haul* traject, enzovoorts. De loc kosten per segment van de modelritten zijn opgegeven door de vervoerders, en vormen een aanzienlijk deel van de ritkosten. Het aandeel van de loc-kosten in de totale kosten van elk deeltraject is de schakel tussen de

tabel met meerkosten per locomotief en de bepaling van de meerkosten als gevolg van de implementatie van ERTMS in elke modelrit.

Meerkosten en meerprijs na de implementatie van ERTMS

- O. Bepaling van het type locomotief dat na de implementatie van ERTMS in elk deeltraject van de modelrit ingezet zal worden. De keuze wordt bepaald door drie factoren:
- de technische eisen die na de implementatie van ERTMS gelden op de deeltrajecten van de voorkeursroute en uitwijkroute van de modelrit; die eisen bepalen of er in 2030 in één of meer deeltrajecten moet worden gewerkt met een locomotief die geschikt is voor ERTMS
 - de keuze van de vervoerder om, ook op emplacementen zonder ERTMS, een locomotief in te zetten die met ERTMS is uitgerust om te voorkomen dat de locomotief op het betrokken rangeerterrein wordt “opgesloten”
 - de meerkosten die ontstaan als een deeltraject van een modelrit in 2030 wordt uitgevoerd met een locomotief die geschikt is voor ERTMS Level 2 Baseline 3.
- P. Bepaling van de meerkosten van de modelrit na de invoering van ERTMS. Dit gebeurt door de huidige kosten van *first mile*, *line haul* en *last mile* aan te passen op basis van de kostenstijging van de locomotief in elk deeltraject. Figuur 4.4 (II) laat zien wat het gemiddelde is van deze effecten in alle modelritten. Voor de bepaling van kosten en prijzen in 2030 is geen rekening gehouden met inflatie. Als zich wel inflatie voordoet, heeft dat geen gevolgen voor de werking van het model, zolang prijsstijgingen in 2030 zich in alle kosten en verkoopprijzen gelijkelijk manifesteren, en dat bij alle modaliteiten.



Volume-effect van de invoering van ERTMS

Q. Elke modelrit is ingedeeld in een bepaalde economische categorie. Deze categorie bepaalt welke prijselasticiteit op de betrokken rit van toepassing is (zie paragraaf 4.5). De prijselasticiteit is de door economische analyse vastgestelde relatie tussen de prijs van een product en het volume waarin dat product wordt afgezet. De prijselasticiteit drukt die relatie uit in een cijfer dat een lineair verband legt tussen de verandering van prijs en volume. Als de prijselasticiteit bijvoorbeeld gelijk is aan minus één (-/- 1,0) dan betekent dit dat bij een prijsstijging van 4,0% een volumedaling van eveneens 4,0% wordt verwacht. Is de prijselasticiteit minus twee (-/- 2,0) dan is een prijsstijging van 2,0% voldoende om hetzelfde volume-effect van minus 4,0% teweeg te brengen. De combinatie van de prijsstijging voor elke modelrit en de voor de betrokken rit toepasselijke prijselasticiteit bepaalt het voor de modelrit verwachte volume-effect in 2030 als gevolg van invoering van ERTMS. Dit volume-effect wordt uitgedrukt in een percentage waarmee het ladingvolume achterblijft bij het cijfer dat voor het betrokken ladingtype is geprognosticeerd in WLO2 Hoog (zie paragraaf 4.6). Tabel 4.4.4 (II) laat zien hoe dat voor de modelrit uit de voorgaande tabel leidt tot een verwacht ladingverlies van 14% in 2030.

Tabel 4.4.4 (II) Volume-effect door ERTMS	
Modelrit nummer	14
Ladingtype	kolen
Herkomst - bestemming	Rietlanden (A'dam) Saarbrücken
Economische categorie	zeer zwaar vervoer
Prijselasticiteit van deze categorie	-/- 0,74
Prijsstijging modelrit	20%
Volume-effect in 2030	-/- 15%

4.5. Prijselasticiteit per economische categorie in het spoorgoederenvervoer

Als een product in prijs stijgt, daalt in het algemeen het verkochte volume. Aanname hierbij is dat andere factoren gelijk blijven. Dit verband tussen prijs en volume staat bekend als de *prijselasticiteit*. Deze prijselasticiteit is een centrale variabele in het rekenmodel. De inbouw van ERTMS-voorzieningen maakt locomotieven duurder. Daar staan voor de spoor-

goederenvervoerders voorlopig geen directe baten tegenover. Dit betekent dat de vervoerders, afhankelijk van de omvang van eventueel genomen mitigerende maatregelen, worden gedwongen om hun prijzen te verhogen.

Als dat gebeurt, ontstaat druk op de klanten van de goederenvervoerders om hun lading niet langer via het spoor, maar op een andere manier, met name over de weg of het water, te vervoeren, of via buitenlandse havens en terminals. In extreme gevallen is het ook mogelijk dat vervoersstromen uitvallen. Dit kan gebeuren door bedrijfsverplaatsing of door verschuiving van toevoerhaven, bijvoorbeeld van Rotterdam naar Antwerpen, Hamburg, Wilhelmshaven of een Italiaanse haven. Als dit gebeurt, zal de ambitieuze doelstelling van de regering met betrekking tot de groei van het spoorgoederenvervoer (zie paragraaf 4.2) in het gedrang komen. Het waarborgen van deze doelstelling vraagt om mitigerende maatregelen die de meerkosten van de invoering van ERTMS (deels) compenseren.

De prijselasticiteit is afhankelijk van de specifieke omstandigheden in de markt. Er zijn tientallen studies gepubliceerd over de prijselasticiteit van het goederenvervoer per spoor. Bridgecraft heeft een groot aantal van deze studies getoetst op hun relevantie voor de Nederlandse marktverhoudingen. Bij die toets is aan drie criteria bijzondere betekenis toegekend:

- studies die door één of meer beheerders van spoorweginfrastructuur als gezaghebbend zijn aanvaard
- studies die onderscheid maken tussen de voor de Nederlandse markt relevante vervoers- en goederencategorieën (hierna: economische categorieën), te weten:
 - soort vervoer: bloktrein, shuttles of lijndiensten (met name containers), wagenladingsverkeer
 - goederensoort: kolen, ertsen, chemie, gevaarlijke stoffen
 - bulkgoederen en gevaarlijke stoffen versus andere goederen
 - conventioneel spoorvervoer versus intermodaal vervoer (containers)
 - zware treinen versus lichte treinen
- studies met voldoende relevantie voor de Duitse spoorgoederenmarkt.

Dit laatste verdient toelichting. De Nederlandse spoorgoederenmarkt heeft unieke karakteristieken: de dominante positie van de Rotterdamse haven als draaischijf van continentaal en intercontinentaal goederenvervoer en bewerking van goederen in het haven-industrieel complex, ontbreken van een aan de overheid gerelateerde marktleider, sterke concurrentie en een relatief kleine binnenlandse markt. Tegelijkertijd vertoont het Nederlandse spoorvervoer een grote verwevenheid met het goederenverkeer in Duitsland. Ruim 80% van alle Nederlandse goederentreinen rijdt naar of door Duitsland. Dit betekent dat marktomstandigheden in Duitsland grote invloed hebben op het spoorvervoer in Nederland.

Deze criteria hebben geleid tot selectie van een analyse die is verricht in opdracht van het Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, de instantie die onder meer toezicht houdt op de marktwerking op het spoor in Duitsland. De bevindingen van deze analyse zijn in 2018 gerapporteerd in *Gutachten zur Bestimmung der Elastizität der Nachfrage der Eisenbahnverkehrsunternehmen*. De studie is uitgevoerd door KCW, een Duits onderzoeksbureau dat is gespecialiseerd in vraagstukken met betrekking tot het openbaar vervoer.

De studie had tot doel om de elasticiteiten te toetsen die door de Duitse infrastructuurbeheerder DB Netz eerder waren vastgesteld als basis voor de op het Duitse spoor aan goederenvervoerders in rekening te brengen gebruiksvergoedingen ("*Trassenpreise*"). Die elasticiteiten waren ontleend aan twee eerdere studies, dit keer van de Beratergruppe Verkehr und Umwelt (BVU) uit 2015 en 2016. KCW stelde in zijn onderzoek niet primair de hoogte van de reeds vastgestelde elasticiteiten ter discussie, maar de gekozen marktsegmentering en de differentiatie van de elasticiteit tussen die verschillende segmenten. De door KCW opgeleverde bevindingen zijn door het Bundesnetzagentur aanvaard als basis voor het te voeren beleid. De door KCW vastgestelde elasticiteiten die van belang zijn voor de Nederlandse spoorgoederenmarkt staan in tabel 4.5.

Tabel 4.5 Prijselasticiteit spoorgoederenvervoer per economische categorie (KCW, 2018)	
Economische Categorie	Elasticiteit
Wagenladingverkeer	-/- 1,61
Bloktrein	-/- 0,74
Intermodale trein	-/- 2,08
Zeer zware trein	-/- 0,74
Bloktrein met gevaarlijke stoffen	-/- 0,45
Marktgemiddelde	-/- 1,52

De tabel laat zien dat wagenladingverkeer een elasticiteit heeft die iets hoger is dan de elasticiteit voor het spoorgoederenvervoer als geheel. De elasticiteit van intermodaal vervoer is hoger, wat aansluit bij het flexibele karakter van dit type lading. Containers zijn er voor gemaakt om per schip, over de weg of per spoor vervoerd te kunnen worden. Dit maakt dat prijsstijgingen op het spoor in dit segment gemakkelijker leiden tot de keuze

voor een andere modaliteit dan in andere vervoerssegmenten het geval is. Die keuzevrijheid is veel beperkter bij bloktreinen, zware lading en gevaarlijke stoffen. Wel is er in deze segmenten spraken van havenconcurrentie (port shift).

Treinen met zware lading en (andere) bloktreinen verzorgen het transport van grote hoeveelheden lading vanuit één herkomstlocatie naar één bestemmingslocatie in één keer. Voor dit type vervoer is het spoor bij uitstek geschikt. Het wegtransport kan in deze markt minder snel een aantrekkelijk alternatief bieden. Hierdoor is de concurrentie van het spoor in deze segmenten vooral beperkt tot de binnenvaart. Dit is een modaliteit die op de grote rivieren een grote ladingcapaciteit en daarmee schaalvoordelen kan bieden. Daar staat tegenover dat binnenvaart in de meeste gevallen meer tijd vraagt en bovendien niet op alle routes beschikbaar is. De beperktere keuzevrijheid van de verlader vertaalt zich in een lagere prijselasticiteit van het spoor in deze segmenten. Voor het transport van bulkvolumes gevaarlijke stoffen geldt dat alternatieven voor het spoor vaak pas na uitvoerige voorbereidingen met betrekking tot vergunningverlening inzetbaar zijn. Ook bestaat in de sterk locatie gebonden (petro-)chemische transportmarkt minder prijsdruk dan in vechtmakten die minder locatie gebonden (*'footloose'*) zijn. Dit maakt de bewegingsvrijheid van de verlader en daarmee de elasticiteit lager.

Vervoerders hebben er op gewezen dat sommige ritten karakteristieken hebben die afwijken van het marktbeeld en daardoor mogelijk een hogere prijselasticiteit vertonen. Een voorbeeld is het kolenvoer naar Duitsland dat zich leent voor splitsing in deeltrajecten: over de rivier naar Duitsland en daarna op de trein naar de eindbestemming. Er is voor gekozen om deze en mogelijke andere afwijkingen van de marktgemiddelden te accepteren en generieke elasticiteiten te gebruiken voor alle modelritten in elk marktsegmenten.

Aan elke modelrit is één van de vijf elasticiteiten in de tabel toegewezen (zie voor een voorbeeld tabel 4.4.4 - II). In de meeste gevallen is de aanwijzing van de juiste elasticiteit eenvoudig, bijvoorbeeld bij alle modelritten in het containersegment of bij erts en kolen. In enkele gevallen vraagt de keuze om zorgvuldige beoordeling van de samenstelling van de trein. Zo worden in de treinen van modelrit 31 zowel containers als auto's vervoerd. Daarom is bij deze rit gekozen voor het gemiddelde van de elasticiteiten voor intermodaal vervoer en wagenladingverkeer.

4.6. Extrapolatie van modelritten naar marktotaal

Het sluitstuk van de berekeningen binnen het model wordt gevormd door de extrapolatie van het volume-effect in elke modelrit naar een volume-effect in de markt als geheel. Dit gebeurt door een extrapolatie in twee stappen:

1. In stap 1 wordt een prognose gemaakt van het verwachte ladingvolume in 2030 in elk van de in WLO2 Hoog onderscheiden ladingtypes.
2. In stap 2 worden de verwachte cijfers voor elk ladingtype bij elkaar opgeteld om tot een verwachting van de markt als geheel te komen.

Van modelrit naar ladingtype

Tabel 4.4.1 geeft een overzicht van de verwachting in WLO2 Hoog aangaande de hoeveelheid lading die in 2030 per spoor zal worden vervoerd in een aantal onderscheiden ladingtypes. In het economisch model is voor elke modelrit uitgerekend welk effect de invoering van ERTMS zal hebben op het verwachte volume van die rit in 2030. Elke modelrit is bovendien ingedeeld in één van de in de tabel vermelde ladingtypes. Het volume-effect dat in het ladingtype als geheel optreedt wordt in het model afgeleid van het gewogen gemiddelde van de volume-effecten in de individuele modelritten die tot dat ladingtype behoren.

Tabel 4.6 (I)					
Extrapolatie van modelrit naar ladingtype					
Natte bulk (miljoen ton)					
Modelrit Nr	Herkomst - bestemming	Volume 2019	Volume groei 2019- 2030	Volume- effect ERTMS	Verwacht volume 2030
19	Botlek/Pernis - Slowakije	0,04		-/- 1%	0,08
20	Botlek - Zuidwest Polen	0,12		-/- 3%	0,21
21	Pernis - Geleen	0,09		-/- 6%	0,14
22	Chemelot - Emmen	0,07		-/- 1%	0,13
23	Chemelot - Keulen/Mantova	0,19		-/- 1%	0,33
24	Moerdijk/Kijfhoek - Freiberg (Sachsen)	0,23		-/- 3%	0,39
25	Vlissingen/Kijfhoek - Duitsland (diversen)	0,17		-/- 3%	0,29
26	Chemelot - Marl Hüls (NRW)	0,18		-/- 2%	0,30
30	Delfzijl/Kijfhoek - Gablingen (Bayern)	0,09		0%	0,15
Modelritten totaal		1,18	75%	-/- 2%	2,02
Ladingtype totaal		4,45	75%	-/- 2%	7,64
Aandeel van modelritten in ladingtype		26%			

Dit wordt in Tabel 4.6 (I) toegelicht aan de hand van het voorbeeld van de modelritten in de categorie natte bulk. Voor de categorie natte bulk als geheel verwacht ProRail in de periode 2019 - 2030 een volumegroei van 75% naar een totaal volume van 7,8 miljoen ton. Deze groeiverwachting wordt in het model gecorrigeerd voor het te verwachten volume-effect van de invoering van ERTMS. Die correctie vindt plaats door extrapolatie van de effecten in de afzonderlijke modelritten.

Het ladingvolume van de modelritten in deze categorie in 2019 is bekend. Gezamenlijk vertegenwoordigen zij een volume van 1,18 miljoen ton, ofwel 26% van het totale volume in de betrokken categorie in 2019. Voor elke modelrit is eveneens bekend welk effect de invoering van ERTMS naar verwachting zal hebben op ladingvolume van de rit in 2030. Dit effect varieert van een verwacht gelijkblijvend volume (0%) bij de omloop van Delfzijl/Kijfhoek naar Gablingen (Bayern) (modelrit 30) tot een verwachte daling met 6% bij de omloop van Pernis naar Geleen (modelrit 21). Het gewogen gemiddelde van deze effecten voor alle modelritten in de categorie natte bulk samen bedraagt minus 2%. Dit cijfer wordt geëxtrapoleerd naar het totale volume van dit ladingtype dat daardoor daalt van 7,8 miljoen ton naar 7,6 miljoen ton in 2030.

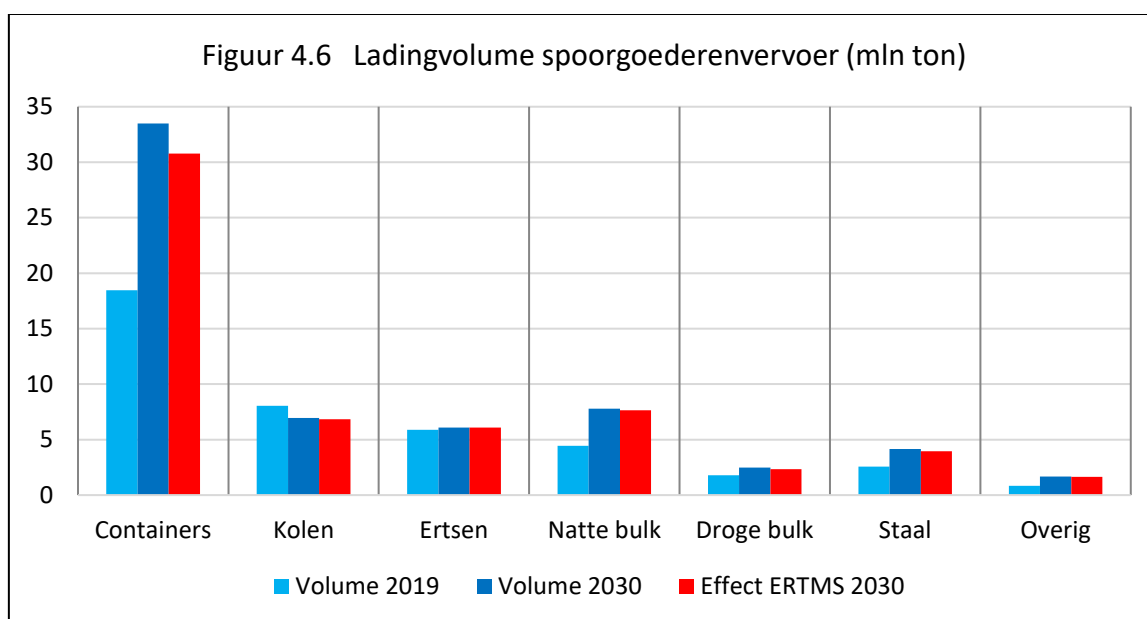
Deze extrapolatie is gebaseerd op de veronderstelling dat de modelritten een goede afspiegeling vormen van het ladingtype als geheel, zowel in 2019 als in 2030. Tegen de achtergrond van het hoge aandeel van de modelritten in het totale volume van het ladingtype en van de relatieve stabiliteit van de spoorgoederenmarkt als geheel, is dit een goed verdedigbare assumptie.

Van ladingtype naar marktotaal

De tweede stap in de extrapolatie behelst de optelling van de in stap 1 bepaalde effecten voor elk ladingtype naar een totaal voor de markt als geheel. Die optelling is gemaakt in tabel 4.6 (II). Daar is te zien dat de implementatie van ERTMS in 2030, bij de in het basis-scenario gekozen uitgangspunten, zorgt voor een volumeverlies van 3,4 miljoen ton (5,4%) ten opzichte van het door ProRail geprognosticeerde cijfer van 62,6 miljoen ton.

Type lading	Marktvolume			
	2019 mln ton	2030 ProRail	ERTMS effect	2030 model
Containers	18,5	33,5	-/- 8%	30,8
Kolen	8,1	7,0	-/- 2%	6,8
Ertsen	5,9	6,1	0%	6,1
Natte bulk	4,5	7,8	-/- 2%	7,6
Droge bulk	1,8	2,5	-/- 5%	2,4
Staal	2,6	4,2	-/- 5%	3,9
Overig	0,9	1,7	-/- 2%	1,6
Totaal	42,1	62,6	-/- 5%	59,2

Driekwart van het verwachte ladingverlies (2,7 miljoen ton op een totaal van 3,4) komt voor rekening van het containervervoer (inclusief opleggers op de trein). Dit is niet alleen het grootste en snelst groeiende deel van de markt, het is ook het meest concurrerende marktsegment met de grootste gevoeligheid voor prijsstijgingen. Kleiner is de rol van kolen en ertsen in het totale markteffect (zie figuur 4.6).



Slotsom

De uitkomst van het economisch model voor de beoordeling van de impact van ERTMS op het goederenvervoer over het spoor kan voor de markt als geheel en voor ieder deelsegment van die markt worden uitgedrukt in één cijfer. De invoering van ERTMS overeenkomstig *Railmap 4.0* (basisscenario) leidt bij de gekozen uitgangspunten en inputdata en rekening houdend met de reeds bestaande subsidieregelingen tot een daling van het door ProRail voor 2030 geprognoseerde ladingvolume met 5,4%. In het transport van containers, het grootste en sterkst groeiende segment van markt, gaat het om 8,0%. Op dezelfde manier kan ook het mitigerende effect van elke oplossingsrichting in beeld worden gebracht: in een verwacht verlies aan ladingvolume in 2030 dat minder groot is dan het cijfer in het basisscenario. Dit is het onderwerp van hoofdstuk 5.

4.7. Beoordeling van mogelijke additionele effecten op bedrijfsniveau

Een model op basis van modelritten biedt geen rechtstreeks inzicht in de effecten van de invoering van ERTMS op de verschillende typen bedrijven in de markt. Het gaat met name om twee effecten die de analyse op het niveau van modelritten niet zichtbaar maakt:

1. De invoering van ERTMS vereist dat de gebruikers van het spoor hun locomotieven geschikt maken voor het rijden onder ERTMS. Bij veel locomotieven kan dit worden bereikt door ze om te bouwen. Bij sommige oudere locomotieven en ook bij locomotieven in zeer kleine series is ombouwen economisch niet haalbaar. Om dezelfde hoeveelheid tonnage te blijven vervoeren en zo de doelstellingen van spoorgoederenvervoer te behalen, moeten die locomotieven worden vervangen door locomotieven met ERTMS. Als locomotieven in eigendom worden gehouden, brengt het ombouwen of vervangen investeringen met zich. Bij geleased materieel vraagt het om aanpassing van bestaande of het sluiten van nieuwe leaseovereenkomsten, waarbij leasemaatschappijen de investeringskosten doorberekenen aan de spoorgoederenvervoerders. Beoordeeld moet worden of de goederenvervoerders deze stappen kunnen of willen zetten. Het gaat daarbij niet om het effect van de invoering van ERTMS op de kosten van de aangeboden diensten, maar om de vraag of bedrijven in staat zijn en bereid zijn om de vereiste investeringen te doen of aan de door leasemaatschappijen gestelde financiële voorwaarden te voldoen.
2. Als een bedrijf constateert dat de invoering van ERTMS een sterk effect heeft op de kostprijs van (een deel) van zijn diensten, kan het besluiten dat de betrokken activiteiten bedrijfseconomisch zodanig onaantrekkelijk worden, dat zij gestaakt moeten

worden. Het effect van kostprijsstijging op bedrijfsniveau is dan dus veel groter dan het op basis van de prijselasticiteit verwachte effect voor de markt als geheel.

De analyse van de modelritten in combinatie met de gesprekken met goederenvervoerders heeft uitgewezen dat beide risico's beperkt zijn. Het risico van financieringsproblemen wordt grotendeels weggenomen door het actieve optreden van leasemaatschappijen op de Nederlandse spoorgoederenmarkt. Zowel nieuwe als gebruikte locomotieven kunnen in lease verworven worden. De daarbij gestelde eisen met betrekking tot leasetermijn en solvabiliteit zijn niet zodanig dat verondersteld moet worden dat één of meer goederenvervoerders niet in staat zullen zijn om de benodigde ombouw of vervanging van materieel tijdig te realiseren. Info uit de markt leert dat het mogelijk is om kortlopende huur- en leasecontracten af te sluiten. In deze situaties is de beoordeling van de kredietwaardigheid van de klant van minder zwaarwegend belang.

Ook de kans dat kostprijsstijgingen zodanig zijn dat bedrijven zich gedwongen zien (een deel van) hun activiteiten te staken, is niet groot. Dit is alleen te verwachten voor activiteiten waarvan het volume in de komende jaren significant daalt. Het enige segment waarin dat aan de orde is, is het vervoer van steenkool. De daling die daar optreedt houdt echter niet primair verband met de invoering van ERTMS, maar met het afnemend gebruik van steenkool als brandstof in energiecentrales. In alle andere marktsegmenten wordt een sterke tot zeer sterke volumegroei verwacht. De invoering van ERMS dempt die groei, maar creëert geen voedingsbodem voor het staken van activiteiten, laat staan voor bedrijfsbeëindiging.

Dit betekent dat de analyse op het niveau van het economisch model geen aanvulling behoeft met een bepaling van mogelijke additionele effecten op bedrijfsniveau. Deze keuze is gemaakt na uitvoerig overleg met betrokken partijen.

5. Oplossingsrichtingen en gevoeligheidsanalyse

5.1. Oplossingsrichtingen

Er zijn twee oplossingsrichtingen geselecteerd voor het beperken van de negatieve impact van ERTMS op het verwachte goederenvolume in 2030:

- A. Een aanvulling naar 90% op de reeds bestaande subsidieregeling voor de kosten van ombouw van locomotieven (oplossingsrichting B6).
- B. Een subsidieregeling voor de meerkosten die optreden bij de vervanging van locomotieven (oplossingsrichting B7). Voorgesteld wordt een subsidie van 70% van de meerkosten die bij vervanging ontstaan gedurende een periode van 7 jaar. De regeling geldt alleen voor locomotieven waarvan is vastgesteld dat zij vervangen moeten worden en die als zodanig zijn aangemerkt.

Voor de goede orde zij vermeld dat in het verband van deze studie geen sprake is van een juridische toetsing van beide regelingen aan de wetgeving op het gebied van staatssteun. Dit zal in een vervolgfase gebeuren.

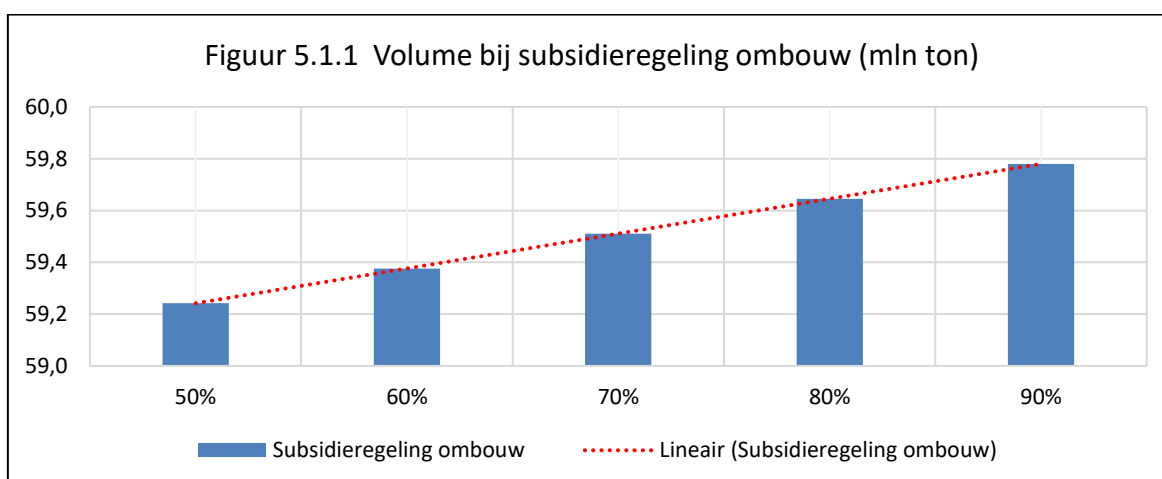
Ombouwregeling

Veel locomotieven kunnen geschikt worden gemaakt voor het rijden met ERTMS door ze om te bouwen. Bij locomotieven die al beschikken over een eerdere versie van ERTMS wordt dit proces aangeduid met de term *upgrade*. Bij locomotieven waar nog geen ERTMS in zit spreekt men van *retrofit*. De locomotieven die in aanmerking komen voor ombouw zijn in tabel 4.3.4 gemarkeerd met de letter "O". Met het ombouwen van de locomotief zijn aanzienlijke investeringen gemoeid (zie paragraaf 4.3.4).

Er bestaan reeds subsidieregelingen voor het bestrijden van de kosten voor het ombouwen van locomotieven. Deze regelingen, deels Nederlands en deels Europees, bieden een subsidie van 90% voor de kosten van het bouwen van een prototype voor een bepaald type loco-

motief en van 50% voor de kosten van het seriematig ombouwen van de andere exemplaren van dat type locomotief. De regelingen gelden alleen voor typen locomotieven die vóór 2017 in Nederland zijn toegelaten.

De bestaande regelingen maken geen deel uit van de oplossingsrichting, maar zijn geïncorporeerd in het basisscenario. Daarbij is er van uitgegaan dat de beschikbare subsidies worden toegekend aan alle locomotieven die daarvoor in aanmerking komen. Dat zijn er ongeveer 350. Dit is in werkelijkheid nog niet het geval. Voor zover bekend zijn op dit moment subsidies toegekend voor de bekostiging van acht prototypen en de seriematige ombouw van 139 andere locomotieven. Er komen nog 204 andere locomotieven voor een ombouwsubsidie in aanmerking. In het basisscenario wordt verondersteld dat ook deze locomotieven de subsidie toegekend krijgen.



De oplossingsrichting waar het hier om gaat, behelst een verhoging van de subsidie voor ombouwkosten van de nu geldende 50% naar een niveau van 90%. Er wordt van uitgegaan dat de additionele subsidie wordt toegekend aan alle 350 locomotieven die voor de bestaande regelingen in aanmerking komen. Als dit gebeurt, wordt het in het basisscenario voor 2030 begrote ladingverlies met 0,54 miljoen ton teruggebracht van 3,39 miljoen ton (5,4% van de doelstelling) naar 2,85 miljoen ton (4,6% van de doelstelling). De relatie tussen het subsidiepercentage en het ladingverlies is lineair (zie figuur 5.1.1). Iedere 10% verhoging levert naar verwachting 0,135 miljoen ton extra lading op. Deze winst is niet eenmalig, maar groeit mee met het marktvolume: minder dan de genoemde cijfers in de jaren vóór 2030 en meer in de jaren daarna.

Tabel 5.1.1 Impact ERTMS met ombouwregeling (90% subsidie)				
Type lading	Marktvolume			
	2019 mln ton	2030 ProRail	ERTMS effect	2030 model
Containers	18,5	33,5	-/- 6,8%	31,2
Kolen	8,1	7,0	-/- 1,6%	6,8
Ertsen	5,9	6,1	-/- 0,0%	6,1
Natte bulk	4,5	7,8	-/- 1,3%	7,7
Droge bulk	1,8	2,5	-/- 4,9%	2,4
Staal	2,6	4,2	-/- 4,9%	4,0
Overig	0,9	1,7	-/- 2,0%	1,6
Totaal	42,1	62,6	-/- 4,6%	59,8

Vervangingsregeling

Sommige locomotieven lenen zich om technische of economische redenen niet voor ombouw naar ERTMS-functionaliteit. Dit zijn de locomotieven die in tabel 4.3.4 zijn gemarkeerd met de letter "V". De betrokken locomotieven moeten vervangen worden om de activiteiten die zij verrichten onder ERTMS te kunnen continueren. Omdat de vervangende locomotieven geschikt moeten zijn voor het rijden onder ERTMS, moet gekozen worden voor vervanging door locomotieven met ERTMS-functionaliteit. Dergelijke locomotieven zijn in de meeste gevallen aanzienlijk duurder dan de locomotieven die nu worden gebruikt. De daardoor optredende meerkosten worden besproken in paragraaf 4.3.2.

De oplossingsrichting waar het hier om gaat, de zogenaamde vervangingsregeling, behelst een subsidie ter dekking van 70% van de meerkosten die optreden bij vervanging van locomotieven gedurende een periode van zeven jaar. Vervoerders pleiten voor (bijna) volledige dekking van de meerkosten en voor vergoeding voor onbepaalde duur, omdat sprake is van bedrijfskosten die door overheidsbeleid worden veroorzaakt en waar geen extra inkomsten tegenover staan. Er is voor gekozen om de subsidie te beperken tot 70% omdat er ook bedrijfsmatige voordelen aan het gebruik van nieuw materieel zijn verbonden. De looptijd is beperkt tot zeven jaar om te voorkomen dat het cumulatieve subsidiebedrag per locomotief excessief wordt.

De voorgestelde regeling is van toepassing op 161 locomotieven. Dit zijn de locomotieven die in tabel 4.3.4 zijn gemarkeerd met een "V" aangevuld met tien locomotieven van de in die tabel genoemde categorie "diverse rangeerlocs". De regeling leidt naar verwachting tot

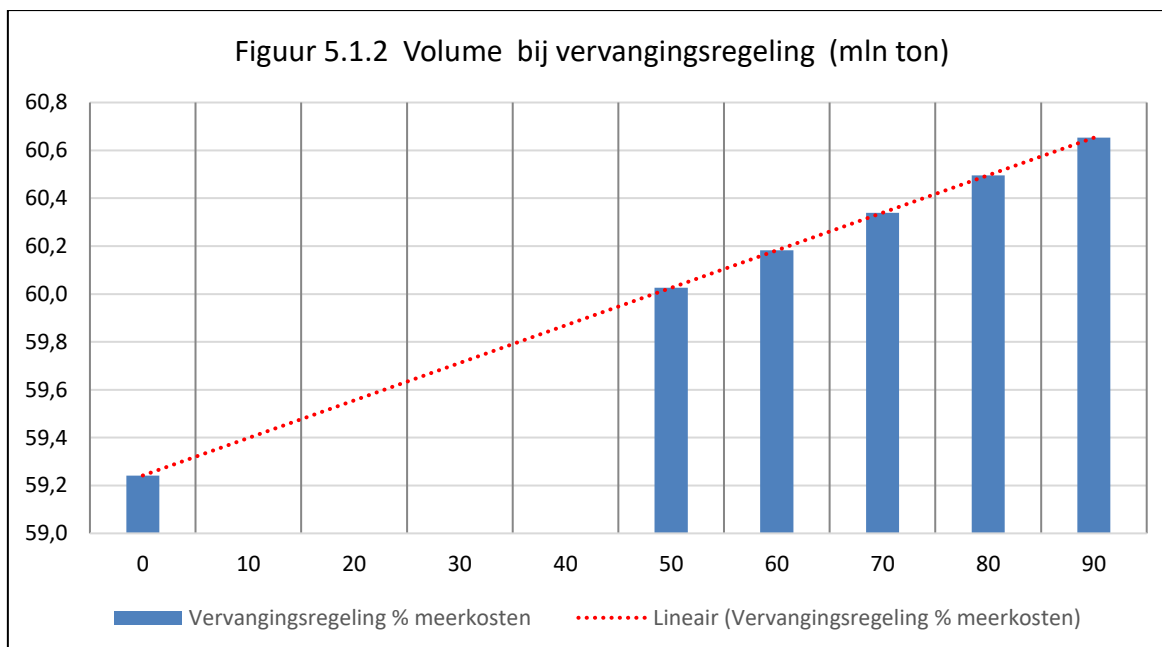
een beperking van het ladingverlies met 1,1 miljoen ton. Het totale ladingverlies, in het basisscenario begroot op 3,39 miljoen ton (5,4% van de doelstelling), komt dan uit op 2,29 miljoen ton (3,9% van de doelstelling).

Tabel 5.1.2 Impact ERTMS met vervangingsregeling (7 jaar, 70%)				
Type lading	Marktvolume			
	2019 mln ton	2030 ProRail	ERTMS effect	2030 model
Containers	18,5	33,5	-/- 5,7%	31,6
Kolen	8,1	7,0	-/- 0,9%	6,9
Ertsen	5,9	6,1	-/- 0,4%	6,1
Natte bulk	4,5	7,8	-/- 1,6%	7,7
Droge bulk	1,8	2,5	-/- 2,0%	2,4
Staal	2,6	4,2	-/- 2,0%	4,1
Overig	0,9	1,7	-/- 2,1%	1,6
Totaal	42,1	62,6	-/- 3,7%	60,3

De looptijd van de regeling (zeven jaar) kan als een minimum worden beschouwd om een bedrijfseconomisch verantwoorde vervanging van locomotieven voor goederenvervoerders mogelijk te maken. Zo krijgen deze ondernemingen de tijd om hun bedrijfsvoering zodanig te stroomlijnen dat de kostenschok, die na afloop van de regeling ontstaat, opgevangen kan worden. De relatie tussen de hoogte van het subsidiepercentage en de beperking van het ladingverlies is lineair (zie figuur 5.1.2). Iedere 20% subsidie levert naar verwachting 0,27 miljoen ton extra lading op. Als beide oplossingsrichtingen worden gecombineerd wordt het ladingsverlies van het basisscenario teruggebracht van 3,39 miljoen ton (5,4%) naar 1,75 miljoen ton (2,8%).

Parallel aan deze regeling dient te worden gezorgd voor vervanging van het nu in het Nederlandse spoor toegepaste systeem voor treindetectie. Het bestaande detectiesysteem op basis van spoorstroomlopen is niet geschikt voor de detectie van locomotieven met een laag gewicht. De locomotieven die in het kader van de vervangingsregeling op het Nederlandse spoor zullen verschijnen hebben een significant lager gewicht dan de locomotieven die zij vervangen. De inzet van deze locomotieven vereist dat een nieuw detectiesysteem op basis van assentellers wordt ingevoerd. Het Ministerie van I & W en ProRail hebben de

intentie om dit te realiseren, maar de formele besluitvorming daarover moet nog plaatsvinden.



5.2. Kosten van de oplossingsrichtingen en de bestaande subsidieregeling

Beide oplossingsrichtingen hebben het karakter van subsidieregelingen. Het is voor de beoordeling van hun doelmatigheid van belang om te bepalen welk beslag zij leggen op publieke middelen. Daarbij speelt niet alleen een rol hoeveel geld elke regeling kost, maar ook hoe de kosten en opbrengsten van deze regelingen zich verhouden tot de doelmatigheid van de subsidieregelingen die al bestaan.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de relevante cijfers. De bestaande subsidieregelingen zijn, zoals gezegd, geïncorporeerd in het basisscenario. Hierbij is de aanname dat de subsidieregeling voor ombouw en prototyping toegankelijk is voor alle locomotieven die daarvoor in aanmerking komen, ook de locomotieven die daarvoor nog niet zijn aangemeld¹⁷. Met behulp van het model kan worden berekend in hoeverre het verwachte volume in 2030 door die bestaande regelingen wordt beïnvloed. Anders gezegd: er kan antwoord

¹⁷ Het gaat om 351 locomotieven, waarvan 147 gebruik hebben gemaakt van de regeling van 2019.

worden gegeven op de vraag welk ladingverlies naar verwachting op zou treden als die regelingen niet hadden bestaan. Dit geeft het beeld dat wordt gegeven in tabel 5.2.1 (alle bedragen volgens prijspeil 2021).

Tabel 5.2.1 Kosten en impact subsidieregelingen	Lading 2030 mln ton	Kosten (€ mln)
Basisscenario exclusief bestaande subsidies	-/- 4,76	
Bestaande subsidieregelingen totaal	1,38	147
Aanvullende ombouwregeling (B6)	0,54	54
Vervangingsregeling (B7)	1,10	125
Totaal oplossingsrichtingen	1,64	179
Resterend ladingseffect	-/- 1,75	

Zonder de bestaande subsidieregeling zou in 2030 een ladingverlies optreden dat 1,38 miljoen ton groter is dan nu in het basisscenario is bepaald. Dat verlies wordt door de regeling voorkomen. Dit vraagt in totaal € 147 miljoen aan publieke middelen. Een deel daarvan is nog niet besteed omdat voor een belangrijk deel van de vloot die voor subsidie in aanmerking komt nog geen subsidie is aangevraagd. Voor de goede orde zij vermeld dat deze cijfers zijn afgeleid van algemene gegevens die van ProRail zijn ontvangen en niet rechtstreeks zijn ontleend aan de administratie van de betrokken regelingen.

De twee oplossingsrichtingen samen reduceren het ladingverlies in 2030 met 1,47 miljoen ton. Voor dat resultaat moet een totaalbudget van € 179 miljoen uitgetrokken worden: € 54 miljoen voor de aanvulling van de ombouwsubsidie naar 90% en € 125 miljoen voor de vervangingsregeling. Dit laatste bedrag betreft de cumulatieve kosten van de regeling over de looptijd van zeven jaar voor alle betrokken locomotieven. Bij de beoordeling van de effectiviteit van beide regelingen is het van belang om te beseffen dat het berekende ladingverlies zich niet alleen in 2030 voordoet, maar ook in meer of mindere mate in de jaren daarvoor en daarna. Het getal groeit mee met het marktvolume: minder dan de genoemde cijfers in de jaren vóór 2030 en meer in de jaren daarna.

5.3. Gevoeligheidsanalyse

De berekeningen in het model zijn gebaseerd op uitgangspunten die na zorgvuldige toetsing en in overleg tussen de betrokkenen partijen zijn vastgesteld. Daarbij is voor een aantal uitgangspunten besloten om te analyseren hoe hun variabiliteit de uitkomsten van het model beïnvloedt. Deze zogenaamde gevoeligheidsanalyse is gemaakt voor de volgende gegevens:

- het niet tijdig oplossen van rangeerissues
- variabiliteit van het aantal strandingen als gevolg van ERTMS
- variabiliteit van de verwachte investeringskosten in locomotieven met ERTMS

Rangeerissues

Railmap 4.0 voorziet in de implementatie van ERTMS op een aantal rangeerterreinen (zie paragraaf 3.2). In *Railmap 4.0* wordt verondersteld dat er tijdig een oplossing komt voor het rangeren onder ERTMS. De goederenvervoerders achten dit, bij ontstentenis van een concrete oplossing voor het rangeren onder ERTMS, geen basis voor een verantwoorde bedrijfsvoering. Goederenvervoerders hebben er in het verband van deze studie op gewezen dat niet op voorhand aangenomen mag worden dat de genomen inspanningen vrucht zullen dragen. Daarom is ervoor gekozen om in de gevoeligheidsanalyse een variant van het basisscenario door te rekenen.

Het gaat om het scenario waarin geen tijdige oplossing wordt gevonden voor de problemen die verband houden met geduwd rangeren onder ERTMS. In dit scenario zal op emplacementen waar vóór 2031 ERTMS wordt geïnstalleerd vanaf het moment van implementatie van ERTMS niet langer geduwd gerangeerd kunnen worden. Dit treft een belangrijk deel van het spoorgoederenvervoer, omdat voor het rangeren op deze emplacementen in veel gevallen geen economisch of logistiek vergelijkbaar alternatief bestaat.

De emplacementen waarop ERTMS wordt ingevoerd, komen voor in zeven van de in het model opgenomen modelritten. De voor elk van deze ritten verantwoordelijke vervoerder heeft laten weten dat het rangeren op de betrokken emplacementen niet goed kan worden vervangen door rangeerwerkzaamheden op een ander emplacement. Dit betekent dat het volume van deze zeven modelritten in het scenario zonder oplossing voor rangeren wordt gereduceerd tot nul.

Tabel 5.3 laat zien dat bij deze uitgangspunten het ladingvolume van spoorgoederenvervoer stagneert en in 2030 uitkomt op 48,0 miljoen ton. Het verlies ten opzichte van het basisscenario bedraagt 23,3%. Dat verlies komt geheel voor rekening van de drie snelst

groeïende marktsegmenten: containers, natte bulk en overig (auto's). Het zijn deze segmenten waarin de met ERTMS uit te rusten emplacementen veel worden gebruikt.

Tabel 5.3.
Basisscenario, gevoeligheidsanalyse op wel dan niet effectief slagen van oplossingsrichting Rangeren onder ERTMS

Type lading	Marktvolume			
	2019 mln ton	2030 doelstelling	ERTMS effect	2030 model
Containers	18,5	33,5	-/- 33,1%	22,4
Kolen	8,1	7,0	-/- 1,8%	6,8
Ertsen	5,9	6,1	-/- 0,3%	6,1
Natte bulk	4,5	7,8	-/- 21,1%	6,2
Droge bulk	1,8	2,5	-/- 5,2%	2,4
Staal	2,6	4,2	-/- 5,2%	3,9
Overig	0,9	1,7	-/- 84,2%	0,3
Totaal	42,1	62,6	-/- 23,3%	48,0

Strandingen

In het basisscenario is er van uitgegaan dat zich als gevolg van de invoering van ERTMS jaarlijks 100 strandingen voordoen waarbij de locomotief afgesleept moet worden en 600 strandingen waarbij de locomotief na verloop van tijd op eigen kracht zijn reis voort kan zetten (zie paragraaf 4.3.3). Deze cijfers zijn gekozen door extrapolatie van recente registraties van ProRail over strandingen op de Betuweroute en de Havenspoorlijn. Beide verbindingen zijn uitgerust met een oudere versie van ERTMS. De goederenvervoerders zijn van oordeel dat dit een onderschatting is, maar beschikken niet over accuratere cijfers.

Vanwege deze onzekerheid zijn twee varianten doorgerekend, één met 50% meer strandingen (150 met sleep en 900 zonder) en één met 100% meer strandingen per jaar (200 met sleep en 1.200 zonder). De analyse wijst uit dat bij 50% meer strandingen, het voor 2030 verwachte ladingvolume in het basisscenario daalt met 0,12 miljoen ton naar een totaal van 59,1 miljoen ton in plaats van 59,2. Bij een stijging van 100% komt het ladingverlies uit op 0,3 miljoen ton wat het resulterende volume in 2030 brengt op 59,0 miljoen ton. De verhouding tussen beide cijfers is lineair.

Overigens kan niet uitgesloten worden dat het aantal strandingen hoger uit zal vallen dan de in deze analyse aangehouden maximale 200 per jaar met afsleep en 1.200 per jaar zonder. ERTMS gerelateerde strandingen zijn momenteel beperkt tot een klein deel van het netwerk dat vrijwel exclusief door goederenvervoerders wordt gebruikt. Railmap 4.0 voorziet in het uitrusten van grote delen van het spoornet met ERTMS. Daaronder zijn veel baanvakken die ook voor het reizigersvervoer worden gebruikt, het zogenaamde gemengde net. Deze twee omstandigheden vergroten de risico's op storingen en daarmee op strandingen aanzienlijk. Bovendien hebben op het gemengde net de goederenvervoerders lage prioriteit en zullen strandingen in het reizigersvervoer voor het goederenvervoer al snel een olievlekwerking hebben. Dit zou kunnen leiden tot het missen van slots op terminals en ook tot problemen bij aansluitingen in het buitenland. Bridgecraft ziet de noodzaak van een goede registratie na implementatie, om inzicht te krijgen in werkelijke aantallen na de nieuwe uitrol. Daarnaast is het wenselijk dat zowel binnen Nederland als grensoverschrijdend ketenmanagement wordt geïntroduceerd om de effecten van strandingen te beperken.

Investeringskosten locomotieven

De verwachte investeringskosten voor ERTMS-locomotieven zijn een bepalende factor voor de uitkomsten van het model. Het gaat om de kosten voor de bouw van prototypes, de seriematige ombouw (retrofit en upgrade) van locomotieven en om de voor een aantal typen locomotieven benodigde vervanging middels de aanschaf van nieuwe locomotieven. De betrokken transacties zullen in de loop van dit decennium aan worden gegaan. Beoordeling van het prijsniveau van deze toekomstige inkooporders gaat gepaard met de nodige onzekerheid. Vanwege deze onzekerheid is het effect van twee varianten berekend: een verhoging van de verwachte investeringskosten met 10% respectievelijk een verlaging met 10%. Uit de analyse blijkt dat als de investeringskosten 10% hoger zijn dan in het basisscenario is begroot, dit het marktvolume van het goederenvervoer met 1,1% (0,7 miljoen ton) extra doet dalen. Bij kosten die 10% lager uitvallen komt het basisscenario juist 1,1% gunstiger uit.

6. Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

6.1. Samenvatting

Doel van het onderzoek

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat ("I & W") en ProRail werken aan de implementatie van een nieuw veiligheids- en verkeersleidingsysteem in het spoor in Nederland. Het gaat om het European Rail Traffic Management System ("ERTMS") in de versie Level 2 Baseline 3. De werkzaamheden zijn onderdeel van een majeur project in alle lidstaten van de Europese Unie. De implementatie van ERTMS vindt plaats in de context van ambitieuze doelstellingen die door de Nederlandse regering zijn geformuleerd voor de groei van het goederenvervoer per spoor in de periode 2019 - 2030. Het streefcijfer is een volume van 62,6 miljoen ton lading in 2030. Dit komt overeen met een groei van bijna 50% ten opzichte van het niveau in 2019.

De invoering van ERTMS is technisch zeer uitdagend. De belangrijkste horde die nog genomen moet worden is het optimaal accommoderen van rangeerbewegingen. Als dit niet tijdig lukt, zal het spoorgoederenvervoer daar grote nadelen van ondervinden. Daarnaast brengt de invoering van ERTMS voor goederenvervoerders kosten met zich mee waar geen baten tegenover staan. Dit zal gevolgen hebben voor het prijsniveau. Als geen mitigerende maatregelen worden genomen, wordt de concurrentiepositie van het spoor aangetast en zal de volumedoelstelling voor 2030 niet worden gehaald.

Deze studie heeft tot doel vast te stellen wat het effect is van de implementatie van ERTMS op de kosten van goederenvervoerders en op het verwachte ladingvolume in 2030. Daarnaast is in kaart gebracht welke maatregelen genomen kunnen worden om het ladingverlies te beperken en wat het effect van die maatregelen is. Calculaties zijn uitgevoerd met behulp van een speciaal voor deze studie ingericht economisch model.

Deelnemers aan het onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd door Bridgecraft Strategie en Corporate Finance. In het onderzoek is intensief samengewerkt met alle belangrijke betrokken partijen: Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat, ProRail, RailGood (de belangenbehartiger van de meeste op het spoor in Nederland actieve goederenvervoerders) en DB Cargo, de grootste goederenvervoerder op het spoor in Nederland. Deze samenwerking heeft het mogelijk gemaakt een economisch model te ontwikkelen voor de te verwachten ontwikkeling van het spoorgoederenvervoer in Nederland. Het model is gebaseerd op gedetailleerde gegevens over de structuur van het goederenvervoer per spoor en de kosten die ERTMS voor vervoerders met zich brengt. Deze gegevens zijn gebaseerd op onderzoek waar door alle betrokkenen aan in is meegewerkt. De resultaten van dat onderzoek kon in de meeste gevallen na overleg tussen partijen in consensus worden vastgesteld. Dit betekent dat de uitkomsten van het model rusten op een fundament van gedeeld inzicht.

Het economisch model: modelritten, meerkosten, volumeverlies en extrapolatie

Het economisch model is gebaseerd op vier pijlers:

- een brede selectie van de goederenverbindingen die door Nederlandse goederenvervoerders worden onderhouden: de zogenaamde *modelritten*
- een zo nauwkeurig mogelijke bepaling van de meerkosten die de overgang naar ERTMS in elk type locomotief teweegbrengt
- bepaling van het te verwachten prijseffect van deze meerkosten voor elke modelrit en het daaruit voortvloeiende volumeverlies
- extrapolatie van de effecten in alle modelritten naar het landelijk marktotaal.

De modelritten zijn daadwerkelijk bestaande goederenverbindingen die door goederenvervoerders in Nederland worden onderhouden. Alle belangrijke economische en technische details van die ritten zijn verzameld. Samen vertegenwoordigen deze ritten bijna 30% van het spoorgoederenvervoer in Nederland. Het model is daarmee opgetrokken op een solide empirisch fundament.

6.2. Conclusies

Impact ERTMS op het verwachte volume in 2030

Als ERTMS conform de nu vastgestelde aanpak en uitgaande van de nu geldende subsidie-regelingen in het Nederlandse spoor wordt geïmplementeerd, treedt in 2030 een volumeverlies op van 5,4 % ten opzichte van de door de regering gekozen doelstelling. Er zal dan niet 62,6 maar 59,2 miljoen ton lading per spoor worden vervoerd. In het containervervoer, het grootste en snelst groeiende marktsegment, is sprake van een verlies van 8%. In de berekeningen zijn de kosten voor grote systeem-updates niet inbegrepen. De frequentie en

impact van dergelijke updates is op dit moment niet te voorzien.

Als geen tijdige oplossing wordt gevonden voor het accommoderen van rangeerbewegingen is het te verwachten ladingverlies veel groter. Dan valt het volume in 2030 naar verwachting met 23,3% terug naar 48,0 miljoen ton. Dit komt overeen met stagnatie op een niveau dat niet veel hoger is dan dat in 2019. Dit verlies kan niet zonder meer door wegvervoer en binnenvaart worden opgevangen. Gevreesd moet worden voor het verschuiven van lading van Nederlandse havens naar havens in andere landen. Dit is een ongewenste ontwikkeling, zeker in het licht van de omvangrijke investeringen die de invoering van ERTMS met zich brengt.

Een ladingverlies van 23,3% betekent dat de volume-ambities van het spoorgoederenbeleid niet waargemaakt worden. Daarom is het cruciaal dat er een passende oplossing komt om het rangeren zonder ERTMS in ieder geval tot en met 2030 te blijven faciliteren. Maar ook als die er komt zorgen de kosten die ERTMS met zich brengt voor een significant verlies aan lading. Het voor de Nederlandse markt als geheel verwachte stijgende transportvolume zal voor een deel vervoerd moeten worden met andere modaliteiten, als dit al mogelijk is. Een belangrijk deel van het transportvolume is verbonden met de Nederlandse havens. Met het dichtslibben van de wegen en de afnemende betrouwbaarheid van de waterstanden van de Rijn, is het waarschijnlijk dat een deel van het volume verschuift van Nederlandse havens naar havens in andere landen. De positie van Nederland als distributieland komt zo onder druk te staan.

Hierbij dient te worden aangetekend dat de nagestreefde volumedoelstelling ambitieus is. Het goederenvolume dat in Nederland over het spoor wordt vervoerd, stagneert al jaren. Of het in 2018 ingestelde Maatregelenpakket Spoorgoederenvervoer voldoende is om de ambities te realiseren is twijfelachtig. In dat verband verdient het vermelding dat andere landen zoals Duitsland, Oostenrijk en Zwitserland veel omvangrijker stimuleringsmaatregelen inzetten om het aandeel van het spoorgoederenvervoer hoog te houden of verder te laten groeien. Er bestaat dus een risico dat de beoogde groei, onafhankelijk van de invoering van ERTMS, niet wordt gerealiseerd. Als dat gebeurt, kan een situatie ontstaan waarbij de invoering van ERTMS een dusdanig negatieve uitwerking heeft dat het volume in 2030 onder dat van 2019 komt te liggen.

Impact van de gekozen oplossingsrichtingen

In de eerste fase van het onderzoek is door de verschillende belanghebbenden intensief samengewerkt om tot oplossingsrichtingen te komen die de ongewenste impact van de implementatie van ERTMS op het spoorgoederenvervoer beperken of mitigeren. In de tweede fase van het onderzoek, waar dit rapport de schriftelijke neerslag van is, zijn de oplossingsrichtingen opnieuw beoordeeld en nader uitgewerkt. Vijf van de eerder gekozen

oplossingsrichtingen bestaan uit aanpassingen van het implementatieplan van ERTMS. Vier oplossingsrichtingen richten zich op beperking van de meerkosten die als gevolg van de invoering van ERTMS optreden. Na toetsing op praktische haalbaarheid zijn drie oplossingsrichtingen geselecteerd voor nadere analyse. Met behulp van het in het kader van dit project ontwikkelde economische model is vastgesteld in hoeverre elke oplossingsrichting de eerder geconstateerde volumedaling kan voorkomen. Deze analyse voert tot de volgende conclusies:

1. Rangeren zonder ERTMS blijft tot nader order mogelijk

De eerste oplossingsrichting is in de strikte zin van het woord geen oplossingsrichting. Zij is als uitgangspunt geïncorporeerd in het basisscenario. De oplossingsrichting bestaat eruit dat op emplacementen die met ERTMS worden uitgerust de mogelijkheid van rangeren zonder ERTMS blijft bestaan. ERTMS is op dit moment nog niet geschikt voor het accommoderen van alle rangeerbewegingen. In het implementatieplan van ERTMS wordt ervan uitgegaan dat de nog bestaande technische beperkingen in de komende jaren weggenomen zullen worden. Maar zolang dat niet zeker is, zal de mogelijkheid van rangeren zonder ERTMS moeten blijven bestaan. Die mogelijkheid is bovendien vereist om de voortgezette toepassing te waarborgen van een groot deel van de circa 60 rangeerlocomotieven, die niet in aanmerking komen voor ombouw of vervanging.

Het effect van deze oplossingsrichting is groot. Indien de risico's met betrekking tot rangeren onder ERTMS weggenomen worden, wordt het volumeverlies van 23,3% teruggebracht naar 5,4%. Het volumeverlies in het transport van containers blijft beperkt tot 8,1%. Dit betekent dat in 2030 een ladingvolume 59,2 miljoen ton over het spoor wordt vervoerd. Er lijkt een goede oplossing te bestaan voor het gelijktijdig accommoderen van rijden met en zonder ERTMS op emplacementen. Of het lukt om deze tijdig en zonder beperkingen op alle betrokken emplacementen te implementeren is echter nog niet zeker. De besluitvorming daarover is niet afgerond.

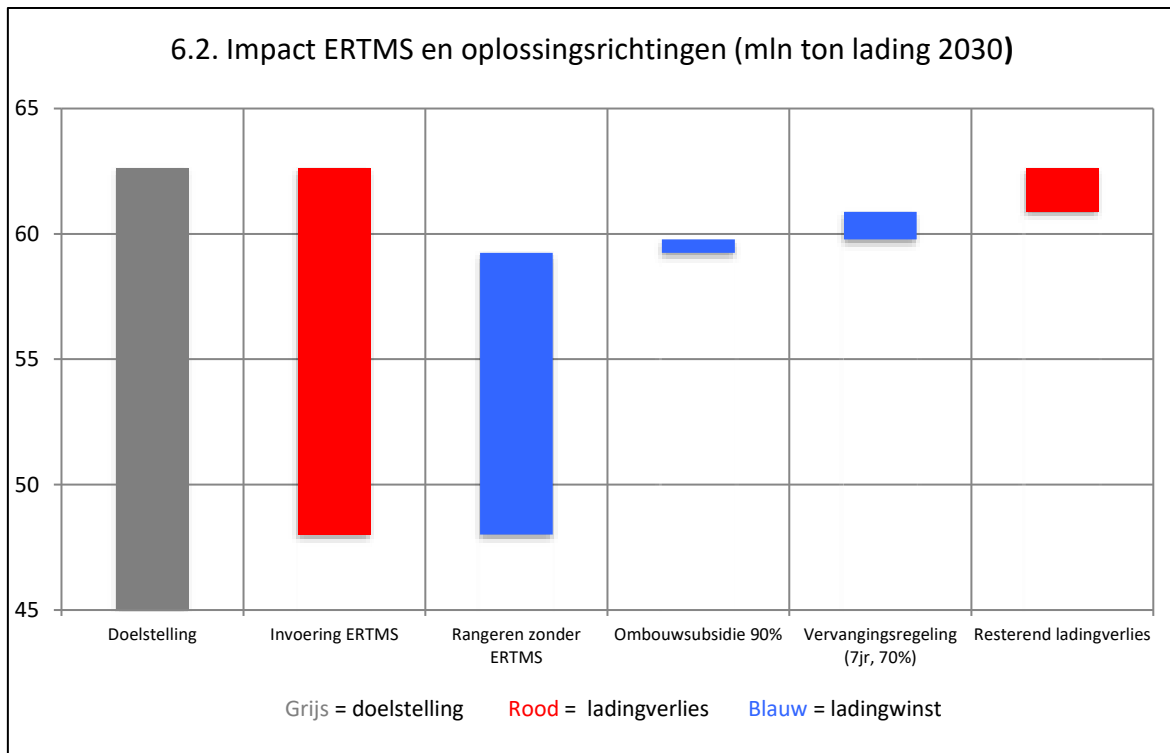
2. Aanvullende subsidie voor de ombouwkosten van locomotieven

De tweede oplossingsrichting bestaat uit een aanvulling op de reeds bestaande subsidieregeling voor de kosten die verband houden met het ombouwen van locomotieven naar ERTMS-functionaliteit. De bestaande regeling voorziet in een subsidie van 90% voor het ontwikkelen van prototypes en van 50% voor de seriematige ombouw die daarop volgt. Als de subsidie voor seriematige ombouw wordt verhoogd van 50% naar 90% van de ombouwkosten, wordt het te verwachten lading-

verlies met 0,54 miljoen ton teruggebracht. Als deze oplossingsrichting wordt gecombineerd met de eerste, komt het spoorgoederenvolume in 2030 uit op 59,8 miljoen ton lading, 4,6% minder dan de doelstelling. Als alle locomotieven die voor de regeling in aanmerking komen worden aangemeld, vergt de maatregel een budget van naar schatting € 54 miljoen.

3. Vervangingsregeling oude locomotieven

Bij een aantal locomotieven is het ombouwen naar ERTMS-functionaliteit economisch niet haalbaar of technisch niet mogelijk. Deze locomotieven moeten vervangen worden. De derde oplossingsrichting geeft bedrijven een tegemoetkoming voor de meerkosten die bij vervanging ontstaan. De voorgestelde regeling houdt in dat 70% van de jaarlijkse meerkosten gedurende een periode van zeven jaar wordt gesubsidieerd. Als dit gebeurt, zal de verwachte volumedaling worden beperkt met 1,10 miljoen ton (1,8 %). Als deze oplossingsrichting wordt gecombineerd met de oplossingsrichtingen 1 en 2 blijft het verwachte volumeverlies beperkt tot 1,75 miljoen ton (2,8 %). De maatregel vergt een budget van naar schatting € 125 miljoen. De vervangingsregeling moet samengaan met de invoering van een nieuw systeem voor de detectie van locomotieven op het spoor. De nieuwe locomotieven met ERTMS hebben in veel gevallen een zodanig laag gewicht dat zij door het nu toegepaste systeem niet goed gedetecteerd kunnen worden.



Figuur 6.2 geeft een overzicht van de impact van ERTMS op het ladingvolume op het spoor in 2030 en van het cumulatieve mitigerende effect van de oplossingsrichtingen.

6.3. Aanbevelingen

De cijfers laten zien dat een voortvarende aanpak nodig is om te voorkomen dat de invoering van ERTMS de groei-doelstellingen voor het goederenvervoer per spoor doorkruist. Het is cruciaal dat er een betrouwbare oplossing komt voor het rangeren. Dit betekent dat tot en met 2030 rangeren zonder ERTMS wordt geaccommodeerd en dat het spoor wordt uitgerust met een detectiesysteem dat het gebruik van moderne rangeer locomotieven met ERTMS toelaat. Daarnaast pleit Bridgecraft voor uitbreiding van de bestaande subsidie-instrumenten naar een subsidie van 90% voor de kosten van ombouw en een subsidie voor dekking van 70% van de meerkosten van vervangende locomotieven gedurende een periode van 7 jaar. Beide regelingen samen vragen een budget van naar schatting € 179 miljoen. In dit bedrag zijn de kosten van de reeds bestaande subsidieregelingen niet inbegrepen.

Beperking volumeverlies

De genoemde maatregelen zorgen samen voor een beperking van het volumeverlies als gevolg van de invoering van ERTMS tot een acceptabel minimum. De regeringsdoelstellingen voor het spoor worden daarmee op een degelijk fundament geplaatst.

Redelijkheid en billijkheid

Tegenover de kosten die ERTMS voor goederenvervoerders met zich brengt staan nagenoeg geen bedrijfseconomische voordelen. Redelijkheid en billijkheid vereisen dat deze kosten door de veroorzaker worden gecompenseerd. Dit gebeurt ook bij de NS en de regionale vervoerders aan welke partijen volledige compensatie van de meerkosten als gevolg van ERTMS is toegezegd.

Handhaven concurrentiepositie spoor

De implementatie van ERTMS heeft grote gevolgen voor het spoorgoederenvervoer in Nederland en voor de daarin opererende marktpartijen. ERTMS wordt voorlopig alleen op een deel van het Nederlandse spoornetwerk ingevoerd. Dat netwerk is nu al versnipperd door de toepassing van uiteenlopende veiligheids- en energiesystemen. Die systemen wijken bovendien af van de systemen in buurlanden. Een partiële implementatie van ERTMS zal die versnippering voorlopig alleen maar versterken.

De versnippering heeft tot gevolg dat op bepaalde trajecten duurdere locomotieven worden ingezet dan in andere landen het geval is, en dat ook nog eens voor relatief korte afstanden. Door inzet van oude locomotieven met lage kosten heeft de spoorgoederensector in de afgelopen jaren zijn concurrentiepositie ten opzichte van weg en binnenvaart kunnen behouden. Hierdoor zijn nieuwe goederendiensten mogelijk geworden. Invoering van ERTMS echter leidt tot hoge meerkosten en zal die concurrentiekracht reduceren indien geen mitigerende maatregelen worden genomen.

Innovatie en emissiereductie

In een bredere beleidscontext biedt de introductie van ERTMS ook kansen. Zij leidt ertoe dat het verouderde deel van de Nederlandse vloot van goederenlocomotieven wordt gemoderniseerd door ombouw of vervanging. Hiermee worden innovaties en emissiereducties mogelijk. Het spoorgoederenvervoer is al de meest duurzame vervoersmodaliteit en zal door deze ontwikkeling nog duurzamer worden. Zo wordt het spoorgoederenvervoer toekomstvast en worden de Nederlandse klimaatdoelstellingen ondersteund. Een sterke en competitieve spoorgoederensector is daarnaast cruciaal voor behoud en verdere uitbouw van Nederland als leidend distributieland.

De oplossingsrichtingen hebben tot doel om de ongewenste effecten van de invoering van ERTMS te beperken. Bezien in het licht van de bredere beleidscontext, met name waar het gaat om innovatie en emissiereductie, is er alle reden om de oplossingsrichtingen zo voortvarend mogelijk toe te passen en de mogelijkheid van aanvullende maatregelen zorgvuldig te onderzoeken. De benodigde middelen kunnen voor een deel uit Europese financieringsinstrumenten betrokken worden.

Als deze bredere beleidscontext buiten beschouwing wordt gelaten, bestaat het risico dat kansen blijven liggen. Als wel naar de context wordt gekeken, dan kan de invoering van ERTMS een katalysator worden voor een innovatieve en nog duurzamere spoorgoederensector in Nederland. Een sector die fit is voor de toekomst en zo een bijdrage levert aan versterking van de positie van Nederland als leidend distributieland.

Bijlage – Negen oplossingsrichtingen

- A. Oplossingsrichtingen gebaseerd op aanpassing van het implementatieplan van ERTMS zoals beschreven in Railmap 4.0.

A1. Harmonisatie met implementatie ERTMS in Duitsland

In deze oplossingsrichting ontwerpen en implementeren Nederland en Duitsland een gezamenlijk plan voor de invoering van ERTMS Level 2 Baseline 3. Beide landen stellen identieke technische eisen en richten een samenhangend programma in voor de geografische uitrol. Deze oplossingsrichting biedt twee potentiële voordelen ten opzichte van het basis-scenario:

1. Toelating van een locomotief in het ene land leidt automatisch tot toelating in het andere land wat betreft ERTMS. Dit zou een eerste belangrijke stap zijn om van de Duitse en Nederlandse markt voor locomotieven één geheel maken. De verwachting is dat dit de kosten voor de ombouw of vervanging van locomotieven significant zal beperken. De Nederlandse markt is klein en dit betekent dat van sommige locomotieven relatief kleine series omgebouwd of nieuw geleverd moeten worden. Dit kan leiden tot hoge kosten en zelfs tot het risico dat bepaalde locomotieven voor de Nederlandse markt niet of pas zeer laat leverbaar zijn.
2. Technische en operationele belemmeringen rond de afwikkeling van grensoverschrijdend vervoer tussen beide landen worden weggenomen. Waar meer dan 80 procent van het Nederlandse goederenvervoer per spoor de Nederlands - Duitse grens passeert, is dit een significant voordeel.

Een nadere analyse leert dat de effectiviteit van deze optie tot en met 2031 als beperkt wordt beoordeeld door alle deelnemers aan dit onderzoek. Belangrijkste argument is dat het harmoniseren van beleid met betrekking tot de te kiezen versie van ERTMS de andere technische verschillen tussen de spoorweginfrastructuur in beide landen niet weg neemt.¹⁸

¹⁸ Dit betreft met name energie-voorziening, treindetectie, en treinbeïnvloedingsystemen (ATB EG, ATB NG, PZB, LZB).

Die verschillen zijn zodanig groot dat een gemeenschappelijk toelatingsbeleid van locomotieven waarbij een in Duitsland toegelaten locomotief ook in Nederland is toegelaten en andersom, voorlopig een illusie is en daarmee de kostenvoordelen tot en met 2031 als beperkt worden beoordeeld. De onderzoekers hebben, in samenspraak met de betrokken partijen, geconcludeerd dat deze oplossingsrichting voorlopig als onrealistisch terzijde moet worden gelegd.

A2. *Faciliteren van rangeren onder ERTMS*

In paragraaf 3.2 is uiteengezet dat voor het rangeren onder ERTMS nog technische obstakels uit de weg moeten worden geruimd. Het gaat in deze uitwerking onder meer om waarborgen voor de veiligheid en om de correcte herkenning door de verkeersleiding van treinen die worden geduwd in plaats van getrokken. In deze uitwerking gaat het om rangeerbewegingen van (oude) voertuigen die niet meer naar ERTMS (kunnen) worden omgebouwd, door het creëren van overgavesporen middels afleidende wissels en vrijgave rangeergebieden. In *Railmap 4.0* is de ambitie geformuleerd om deze obstakels vóór 2031 weg te nemen.

Sinds de start van het project zijn de open issues rond rangeren uitgewerkt binnen de deelstudie “*Toekomst van Rangeren*”.¹⁹ In overleg tussen ProRail en de goederenvervoerders is als uitgangspunt gekozen dat op de rangeerterreinen die worden uitgerust met ERTMS ook voorzieningen worden getroffen die het mogelijk maken om te rangeren zonder ERTMS. Dit betekent dat alle rangeerbewegingen die nu op deze rangeerterreinen plaatsvinden ook in 2030 mogelijk zullen zijn. Bovendien betekent het dat de op dit moment gebruikte rangeer locomotieven voorlopig niet vervangen of omgebouwd hoeven te worden. Het gaat dan met name om locomotieven die op bepaalde emplacementen alleen lokaal worden gebruikt en die de rangeerterreinen waarop zij actief zijn zelden of nooit verlaten. De voorgenomen implementatie ziet er als volgt uit.

Beveiligde gebieden worden nog steeds voorzien van ERTMS. Per emplacement wordt vervolgens vastgesteld of en, zo ja, welke maatregelen in de infrastructuur nodig zijn om het rangeren met het huidige materieel te blijven faciliteren. Daarbij zijn de uitgangspunten dat:

- de veiligheid op deze emplacementen gewaarborgd blijft
- geduwd rangeren mogelijk blijft
- lokaal opererend rangeermaterieel niet vervangen hoeft te worden of hoeft te worden voorzien van ERTMS
- geen sprake is van efficiencyverlies.

¹⁹ Twynstra Gudde (2021) *Toekomst van Rangeren*, in opdracht van ProRail Programma ERTMS.

Voor het traject Kijfhoek - Belgische grens heeft de Stuurgroep ERTMS hierover een besluit genomen. Voor de overige trajecten is de uitwerking nog gaande. Deze invulling van *Railmap 4.0* is de grondslag voor het basisscenario.

A3. *Versnelde invoering van ERTMS op baanvakken met ATB NG*

Deze oplossingsrichting voorziet in de implementatie van ERTMS op het merendeel van de baanvakken die op dit moment zijn uitgerust met het beveiligingssysteem ATB NG. De verbindingen waar het om gaat zijn de Maaslijn (Nijmegen - Roermond), de Noordelijke Lijnen (in Groningen en tussen Leeuwarden en Groningen) en de Twentekanaallijn (Zutphen - Hengelo).

De implementatie van een vereenvoudigde versie van ERTMS Baseline 3 versie X = 1, die ook voor locomotieven op basis van Baseline 2 toegankelijk is, is onderzocht. Met deze maatregel wordt bereikt dat locomotieven op basis van ERTMS Baseline 2, die nu alleen kunnen worden gebruikt op de Havenspoorlijn en de Betuweroute, een groter geografisch bereik krijgen. Dit biedt goederenvervoerders die deze locomotieven gebruiken de mogelijkheid om dat materieel flexibeler in te zetten, locomotiefwissels te vermijden en zo kosten te besparen. Dit zou ook betekenen dat goederenvervoerders op deze lijnen ATB-NG-diesellocomotieven kunnen vervangen door moderne elektrische locomotieven. Dat reduceert emissies van transport en leidt tot een betere benutting van de publieke investering in de bovenleiding op de Maaslijn.

Bovendien zou deze oplossingsrichting leiden tot een snellere ontmanteling van ATB-NG, een treinbeveiligingssysteem dat op spoorlijnen in slechts een klein deel van Nederland wordt gebruikt en dat vraagt om speciale voorzieningen in het op de betrokken baanvakken ingezette materieel.

Nadere beschouwing leert dat deze oplossingsrichting met de vereenvoudigde versie ERTMS Baseline 3 versie X = 1 weinig of geen voordelen biedt ten opzichte van de uitrol van ERTMS in de periode tot 2030 overeenkomstig *Railmap 4.0*. De genoemde trajecten zijn door de geografische scope van de uitrol van ERTMS Baseline 3 te geïsoleerd om in de periode tot 2030 werkelijk ruimte te bieden aan de toepassing van locomotieven op basis van Baseline 2. De goederentreinen die hier rijden onderhouden verbindingen die ook over baanvakken voeren die vóór 2031 wél met ERTMS Baseline 3 worden uitgerust. Dat wil zeggen dat het ingezette materieel voor de verbinding als geheel over ERTMS Baseline 3 moet beschikken.

Verder is deze oplossingsrichting op korte termijn niet opportuun. I & W heeft samen met gedeputeerde staten van de provincies Groningen en Friesland het besluit genomen om in aanvulling op *Railmap 4.0* vóór 2031 over te gaan tot implementatie van ERTMS Level 2

Baseline 3 op de Noordelijke Lijnen.²⁰ Een definitief besluit en het formaliseren daarvan door het afsluiten bestuursovereenkomst moet plaatsvinden in najaar 2021. Dat betekent dat het gebruik van locomotieven op basis van Baseline 2 op deze lijnen niet meer mogelijk zal zijn. Om genoemde redenen is besloten dat deze oplossingsrichting als onrealistisch terzijde wordt gelegd.

De goederenvervoerders merken in dit verband wel op dat vervanging van ATB NG door ERTMS Level 2 Baseline 3 wel wenselijk is. Dit neemt ten eerste de toetredingsbarrière voor vervoerders zonder locomotieven met ATB NG weg. De terminals, handels- en productiebedrijven aan de ATB NG spoorlijnen worden daardoor beter en met meer marktwerking bereikbaar. Diverse ATB NG spoorlijnen zijn ook Basisnetroutes voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. Wanneer deze spoorlijnen zijn voorzien van een courant interoperabel treinbeveiligingssysteem kunnen meer vervoerders de gevaarlijke stoffen ook over de spoorlijnen in plaats van over alternatieve routes, nogal eens met omrijden, afwikkelen.

Ten tweede reduceert dit kosten van locomotieven en waarschijnlijk ook van ProRail (dat nu een kleinschalig en voor Nederland uniek treinbeveiligingssysteem in de spoorweginfrastructuur in stand moet houden). Ten derde betekent het elimineren van ATB NG en vervangen door ERTMS Baseline 3 dat het Nederlandse spoor flexibeler in gebruik wordt, zowel voor vervoerders als voor ProRail zelf bij werkzaamheden, stremmingen of spoorwegcapaciteitskrapte. Deze herijkte oplossingsrichting valt buiten de scope van dit onderzoek. Het verdient aanbeveling deze herijkte oplossingsrichtingen in het vervolg separaat te onderzoeken.

A4. Invoeren ERTMS op corridor Bad Bentheim en op ATB-eilanden rond grote steden

Deze oplossingsrichting voorziet in een versnelde implementatie van ERTMS op een aantal trajecten die in *Railmap 4.0* niet aan de orde zijn. Het gaat om de goederencorridor Hilversum – Amersfoort - Deventer - Bad Bentheim en aftakking Betuweroute Elst – Arnhem - Deventer en/of Zutphen/Hengelo, de zogenaamde ATB-eilanden in en rond Amsterdam, Rotterdam en Utrecht en om de lijnen naar de Westhaven en Aziëhaven in Amsterdam en Tata Steel in Velsen. Hierdoor worden de haven-industriële gebieden en multimodale knooppunten van Rotterdam Rijnmond, Amsterdam Noordzeekanaalgebied, Antwerpen en Zuidwest-Nederland grotendeels zonder ATB EG bereikbaar, De Zeeuwse Lijn van/naar de zeehaven Vlissingen Sloe is in deze oplossingsrichting niet meegenomen, hetgeen niet wil zeggen dat dat wenselijk is voor het spoorgoederenvervoer en deze haven met zijn terminals en industrie.

²⁰ Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 20 mei 2021, ERTMS op de Noordelijke lijnen, Kamerbrief IENW/BSK-2021/142573.

Een uitrol van ERTMS Level 2 Baseline 3 op deze baanvakken zou betekenen dat een groot deel van het grensoverschrijdend goederenvervoer in 2030 kan worden uitgevoerd met locomotieven die uitsluitend zijn uitgerust met ERTMS Level 2 Baseline 3. Deze locomotieven zouden daardoor vrijwel universeel inzetbaar worden en bovendien niet meer hoeven te worden voorzien van het beveiligingssysteem ATB EG. Verder zouden storingen op de overgangen van ERTMS-baanvakken naar ATB-eilanden door deze oplossingsrichting een zaak van het verleden worden.

Nadere beschouwing leert dat de beoogde voordelen moeilijk te verwezenlijken zijn. Er kleeft namelijk een procedureel bezwaar aan deze oplossingsrichting. De selectie van baanvakken die in het kader van *Railmap 4.0* worden uitgerust met ERTMS heeft plaatsgevonden op basis van een zorgvuldige afweging met een budgetbeperking in de tijd. De budgettaire ruimte, maar ook de capaciteit in de leveranciers-/ingenieursmarkt is daarbij gebruikt om de voor I & W, ProRail en vervoerders meest prioritaire trajecten het eerst te outillieren. Dit laat geen ruimte om in dit stadium een groot aantal andere baanvakken toe te voegen. Om genoemde redenen hebben de onderzoekers, in overleg met de betrokken partijen, geconcludeerd dat deze oplossingsrichting als niet haalbaar terzijde wordt gelegd.

A5. Inzet van in Duitsland toegelaten locomotieven op Betuweroute en Havenspoorlijn

Op het geëlektrificeerde Duitse spoornetwerk is de stroomvoorziening gebaseerd op 15 kV wisselspanning. In Nederland wordt op het geëlektrificeerde deel van het netwerk vooral gebruik gemaakt van 1.500 V gelijkspanning. Een uitzondering vormen de Betuweroute en de Havenspoorlijn (en ook de HSL Zuid, waarover geen goederentreinen mogen rijden) die beide zijn voorzien van 25 kV wisselspanning, een spanningsniveau dat ook geschikt is voor de in Duitsland gebruikte locomotieven die ook op 25 kV kunnen rijden, maar geen gelijkstroom (DC) installatie hebben.

In deze oplossingsrichting wordt het gehele traject Betuweroute - Havenspoorlijn geschikt gemaakt voor locomotieven die in Duitsland zijn toegelaten door het 1500 V eiland op het doorgaande spoor van de Betuweroute op Kijfhoek (de omloopsporen) te vervangen door 25 kV. Als dit omloopspoor wordt omgebouwd van 1500 V naar 25kV, zouden locomotieven op basis van het Duitse systeem vanuit Duitsland door kunnen rijden naar de Rotterdamse haven en vice versa. Dit kan een besparing opleveren omdat internationale spoorgoederenvervoerders dan voor een belangrijk deel van hun ritten deze "Duitse" locomotieven in kunnen zetten. Deze locs worden in grote aantallen gebruikt en zijn significant goedkoper dan hun voor de Nederlandse markt ontworpen evenknieën. Voor goederenvervoerders kan het wegnemen van deze nationale barrière daarom een voordeel bieden. Nadere beschouwing leert dat deze maatregel weinig soelaas biedt. De Duitse locs zouden technisch in staat zijn om door te rijden, maar het is met de vigerende nationale wetgeving niet waarschijnlijk dat zij op de Nederlandse markt kunnen worden toegelaten. Er loopt een

project waar zowel Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT), I & W als ProRail in geïnteresseerd zijn en bereid om ontheffing van ATB te geven. Vooralsnog is het voor die toelating noodzakelijk dat locomotieven zijn uitgerust met ATB STM EG (zie ook oplossingsrichting A4). Aan die eis wordt door de Duitse locs niet voldaan.

Een ander zwaarwegend argument voor de ineffectiviteit van deze oplossingsrichting is dat de “Duitse” locomotieven zonder ATB EG en niet geschikt om onder 1500 V te rijden op uitwijkroutes, zoals de Brabantroute. Juist in de periode tot 2031 zijn de uitwijkroutes cruciaal, omdat de capaciteit van de Betuweroute - Oberhausen regelmatig en langdurig zeer fors wordt gereduceerd als gevolg van de werkzaamheden voor de realisatie van het derde spoor Emmerich-Oberhausen (ABS 46/2). Het traject Betuweroute - Havenspoorlijn is de drukste spoorgoederenverbinding van het land. Vanuit oogpunt van bedrijfscontinuïteit en leverbetrouwbaarheid aan de markt is altijd een uitwijkroute noodzakelijk (zie ook oplossingsrichting A4), zowel bij stremmingen of als beperkingen optreden in het gebruik van de voorkeursroute van een verbinding. Een verantwoorde bedrijfsvoering eist dat een goederenvervoerder locomotieven inzet die zowel op de voorkeursroute als de uitwijkroute kunnen rijden. De Duitse locomotieven voldoen niet aan die eis. Om genoemde redenen is besloten dat deze oplossingsrichting als onrealistisch terzijde wordt gelegd.

- B. Oplossingsrichtingen gericht op beperking van de meerkosten die als gevolg van de invoering van ERTMS optreden in de door goederenvervoerders in te zetten locomotieven.

B6. Aanvullende subsidie voor de ombouw van locomotieven

Deze oplossingsrichting behelst een aanvulling op de reeds bestaande subsidies voor de kosten van ombouw van locomotieven naar ERTMS-functionaliteit naar een niveau van 90%. De bestaande regelingen voorzien in de volgende subsidies:²¹

- 90% van de kosten van prototypes van materieel dat vóór 14 juli 2017 is toegelaten²²
- 50% voor de kosten van prototypes van materieel dat vóór 14 juli 2017 is toegelaten en dat om uiteenlopende redenen niet voor de subsidie van 90% kwalificeert

²¹ *Subsidieregeling ERTMS*, geldend van 7 dec 2019 tot 1 jan 2023 (nr. IENW/BSK-2018/261650).

²² In *Railmap 4.0* wordt uitgegaan van 50%. In 2019 is door I & W besloten om het percentage te verhogen tot 90% (Staatscourant 2019 nr. 66363 6 december 2019, *Regeling van de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, van 3 december 2019, nr. IENW/BSK-2019/206330, tot wijziging van de Subsidieregeling ERTMS in verband met de subsidiëring van activiteiten in de realisatiefase van het programma ERTMS*). In het basisscenario is deze 90% het uitgangspunt.

- 50% voor de kosten van seriematige ombouw van materieel dat vóór 14 juli 2017 is toegelaten, en nadat een prototype is toegelaten.

Deze bestaande regelingen vormen een uitgangspunt van het basisscenario. Dat wil zeggen dat de meerkosten van elke locomotief die moet worden omgebouwd is bepaald na verwerking van genoemde subsidiebedragen (zie paragraaf 4.3.2).

De oplossingsrichting voorziet in een aanvulling op deze regeling. Het gaat daarbij om een verhoging van de subsidie die beschikbaar is voor de kosten van seriematige ombouw van 50% naar 90%. Of deze aanvulling er komt en, zo ja, hoe groot zij zal zijn, is een beleidskeuze die buiten de reikwijdte van dit project valt.

B7. Nieuw-voor-oud regeling

Deze oplossingsrichting richt zich op het subsidiëren van de meerkosten die ontstaan als locomotieven die niet kunnen worden ongebouwd, vervangen moeten worden. De maatregel wordt soms aangeduid als nieuw-voor-oud-regeling of vervangingsregeling. Bij de inrichting van deze regeling zijn de volgende uitgangspunten van belang:

1. De regeling moet zich niet richten op de aanschafwaarde van de vervangende locomotief, maar op de kostenstijging die optreedt als gevolg van vervanging. De aanschafwaarde van de nieuwe locomotief speelt daarin een rol, maar even belangrijk is de huidige marktwaarde of leaseprijs van de locomotief die vervangen wordt. Daarbij dient een drempelwaarde te worden vastgesteld beneden welke geen subsidiëring mogelijk is. Zo wordt voorkomen dat onevenredig grote subsidiebedragen worden besteed aan de vervanging van oud en beperkt inzetbaar materieel.
2. De marktwaarde van een locomotief kan in het verband van het economisch model het best worden afgeleid van het gangbare leasetarief voor het type locomotief in kwestie. Dit is een objectief gegeven dat kan worden onderbouwd op basis van marktgegevens. Daarmee is niet gezegd dat dit ook de maatstaf moet zijn die in de feitelijk toe te passen regeling wordt gehanteerd. Het is goed denkbaar dat in een in te richten regeling (ook) wordt gewerkt met taxatie van de waarde van de te vervangen locomotief en/of met verrekening van de opbrengstprijis bij verkoop van die locomotief. Dit zijn echter gegevens die in het verband van het economisch model niet goed te hanteren zijn. Ze verschillen per locomotief en kunnen in korte tijd significant fluctueren als gevolg van marktomstandigheden. De boekwaarde van locomotieven is noch in het model noch in een eventuele regeling een bruikbare maatstaf. De boekwaarde is een boekhoudkundige constructie die vaak weinig verband houdt met de marktwaarde van een actiefpost. Verder is de taxatiewaarde als gevolg van de ERTMS implementatie veel lager dan wanneer er zou worden getaxeed op basis van 'normaal gebruik' doordat de locomotieven beperkter of niet meer rendabel kunnen worden ingezet.

3. De regeling moet zowel bruikbaar zijn voor locomotieven die in eigendom worden gehouden als voor geleased materieel. Dit pleit voor een oplossing die de mogelijkheid biedt van een uitkering in één keer (bij locomotieven in eigendom) maar ook de vorm kan hebben van een jaarlijkse tegemoetkoming gedurende een vooraf vast gesteld periode.
4. Gekoppeld aan deze regeling is een investeringsprogramma in de periode 2021-2031 om het verouderde treindetectiesysteem GSR spoorstroomlopen te vervangen door assentellers. Moderne lichtere locomotieven worden niet altijd goed gedetecteerd door GSR spoorstroomlopen, hetgeen een veiligheidsrisico met zich meebrengt, en daarmee een specifiek Nederlandse infra-gerelateerde toelatingsbarrière is voor de veiligheidsautoriteit. I & W en ProRail hebben de intentie dit te realiseren, maar hiervoor is beleidsmatig nog niets concreets vastgelegd en de financiering is nog niet volledig en specifiek geborgd. Met de programmabeslissing ERTMS is de eerste stap gezet om landelijk de detectie aan te passen van spoorstroomlopen naar assentellers. In de budgetten die tot aan 2050 zijn gereserveerd voor de landelijke uitrol van ERTMS is hiermee rekening gehouden. In de € 2,5 miljard tot aan 2031 worden assentellers in eerste instantie gerealiseerd op het baanvak Kijfhoek-Belgische grens en wordt bij iedere volgend baanvak opnieuw afgewogen of assentellers wel of niet worden toegepast. Als de aanleg van assentellers tegelijkertijd plaatsvindt met de installatie ERTMS, kunnen de met die aanleg gemoeide kosten worden beperkt.

Of er een nieuw-voor-oud regeling komt en, zo ja, hoe deze er uit zal zien, is een beleidskeuze die buiten de reikwijdte van dit project valt. In het verband van deze analyse is een regeling doorgerkend die bestaat uit een subsidie van 70% op de meerkosten van elke vervangende locomotief gedurende een periode van 7 jaar. Vervoerders pleiten voor (bijna) volledige dekking van de meerkosten en voor vergoeding voor onbepaalde duur, omdat sprake is van bedrijfskosten die door overheidsbeleid worden veroorzaakt en waar geen extra inkomsten tegenover staan. Er is voor gekozen om de subsidie te beperken tot 70% omdat er ook bedrijfsmatige voordelen aan het gebruik van nieuw materieel zijn verbonden. De looptijd is beperkt tot zeven jaar om te voorkomen om het cumulatieve subsidiebedrag per locomotief excessief wordt.

Omdat de kosten van locomotieven in het model verschijnen als bedragen per jaar, is dit ook de manier waarop de nieuw-voor-oud-regeling in het model wordt beoordeeld: in de vorm van een uitkering van een vast bedrag per jaar gedurende een vooraf vastgestelde periode. Tussen een regeling op basis van een bedrag per jaar gedurende een vooraf vastgestelde periode en een regeling op basis van eenmalige subsidie-uitkering in één keer is geen wezenlijk verschil. De vergelijking van beide vraagt slechts om vaststelling van een kapitalisatiefactor.

De nieuw-voor-oud-regeling geldt in de meeste gevallen niet voor lokale rangeerlocomotieven die hun vaste rangeerterrein niet of zelden verlaten. Locale rangeer locomotieven zijn de locomotieven die in tabel 4.3.2 (II) worden aangeduid als "diverse rangeer diesel-locs". In het basisscenario zal rangeren zonder ERTMS mogelijk blijven en is het vervangen van deze locomotieven in de meeste gevallen, als zij het rangeerterrein niet verlaten, niet nodig.

B8. Samenwerking bij inkoop en gebruik van rangeerlocomotieven

Deze oplossingsrichting richt zich op samenwerking tussen goederenvervoerders bij de aankoop, het beheer en het gebruik van rangeerlocomotieven. Het overgrote deel van de rangeerbewegingen in Nederland speelt zich af in het Rotterdams havengebied, een gebied dat buiten de scope van de ERTMS uitrol volgens de programmabeslissing ERTMS valt en dat al is voorzien van ERTMS Level 1 Baseline 2. Het vigerend kabinetsbeleid sinds 19 juni 2018 is dat op grond van de huidige inzichten de bestaande ERTMS-voorzieningen op de Havenspoorlijn en het A15-tracé van de Betuweroute niet voor 2030 worden veranderd.

De rangeer en vervoersactiviteiten in het gebied zijn het resultaat van een samenspel tussen onafhankelijke marktpartijen. Deze marktpartijen zijn zelf verantwoordelijk voor de samenstelling van de vloot en het vlootmanagement. Commerciële partijen werken daar waar nuttig gericht samen omwille van efficiency en concurrentiekracht. I & W en het Programma ERTMS veronderstelden dat als deze commerciële partijen samenwerken bij de inkoop en het gebruik van locomotieven, dat mogelijk kostenbesparingen kan opleveren. Die besparingen zouden voortvloeien uit prijsvoordeel dat mogelijk kan worden bedongen bij de inkoop of huur van grotere aantallen locomotieven en uit verhoging van de benutting van die locomotieven als deze door meer dan één goederenvervoerders worden gebruikt.

Vervoerders stellen dat deze oplossingsrichting is gebaseerd op onjuiste vooronderstellingen. In de eerste plaats wijzen zij er op dat de goederenvervoerders op het spoor ook nu al intensief samenwerken, maar dan op basis van vrijwilligheid. De vervoerders besteden op grote schaal werk aan elkaar uit. Daarbij is het de specifieke expertise en het specifieke materieel van een vervoerder in combinatie met diens beschikbaarheid op het juiste moment die bepaalt welke partij voor welk deel van een goederendienst wordt ingezet. Deze optimalisatie van resources is het spontane resultaat van het continue streven van alle partijen om hun diensten tegen de best mogelijk prijs-kwaliteitsverhouding aan te bieden. Daarnaast menen de vervoerders dat de inrichting van een centrale organisatie met eigen bevoegdheden niet tot een efficiëntieverbetering zal leiden, maar tot meerkosten, faalkosten, wrijving en bureaucratie. Het optreden van een centrale coördinator van het rangeerwerk in de haven is een bedreiging voor de marktwerking op het spoor en zal de bewegingsvrijheid, de klantgerichtheid en het streven naar een zo efficiënt mogelijke inzet van middelen van de individuele ondernemingen belemmeren, is de breed gedragen visie in de

vervoerssector. Zij wijzen er op dat er ook geen voorbeelden zijn van succesvolle toepassing van het voorgestelde samenwerkingsmodel.

Voor deze oplossingsrichting is geen draagvlak onder goederenvervoerders. Bovendien is er goede reden om aan de effectiviteit van de maatregel te twijfelen. Om genoemde redenen hebben de onderzoekers, in overleg met de betrokken partijen, geconcludeerd dat deze oplossingsrichting als onbruikbaar terzijde wordt gelegd. Wel is het nuttig te onderzoeken of de nieuw-voor-oud regeling (zie B7) zo ingericht kan worden dat er inkoopvoordelen kunnen worden behaald bij de vervanging van locomotieven. Dit onderzoek valt buiten het kader van voorliggende studie, maar kan plaatsvinden bij de voorbereidingen voor de uiteindelijke inrichting van een nieuw-voor-oud regeling.

B9. Stimuleren van de instroom van nieuwe locomotieven voor rangeren en feeding

Hoge vervangingskosten ontstaan vooral voor locomotieven die worden ingezet voor rangeerwerk en feeding. Dit zijn de veelal oudere goedkope locomotieven die de verplaatsingen uitvoeren die nodig zijn om een trein samen te stellen en klaar voor vertrek af te leveren op de plaats waar het *line haul* traject begint (of *vice versa* de verplaatsingen die na afloop van het *line haul* traject nodig zijn op de plaats van aankomst). De vrees bestaat dat het aanbod van nieuw materieel om deze locs te vervangen achter zal blijven bij de vraag en dat de kosten van die vervangende locs erg hoog zullen zijn: te weinig rangeerlocs, en te hoge vervangingsprijs. Deze oplossingsrichting heeft tot doel om een voldoende aanbod van kostenefficiënt rangeer- en feedingmaterieel op de Nederlandse markt te waarborgen. Ook hier speelt toelatingsprobleem doordat een groot deel van de Nederlandse spoorweginfra van het gemengde net is uitgerust van GRS spoorstroomlopen, zoals beschreven onder oplossingsrichting B7.

Nadere overweging wijst uit dat het beschreven probleem voor een deel weggenomen kan worden door de inrichting van een goede nieuw-voor-oud regeling. Deze moet vervoerders de financiële ruimte bieden om adequaat nieuw materieel aan te schaffen. Geschikt materieel komt inmiddels in toenemende verscheidenheid en aantallen op de markt. Bovendien is het belangrijk te zorgen dat toelatingskosten beheerst blijven (minimale extra nationale eisen). Gezamenlijk inkopen zou mogelijk kunnen helpen. Belangrijker is nog dat de vervanging van een deel van het materieel voorlopig niet aan de orde omdat het geruime tijd mogelijk zal blijven om te rangeren zonder ERTMS.

Na deze beoordeling, en op basis van uitvoerig overleg met de betrokken partijen, hebben de onderzoekers besloten deze oplossingsrichting in het verband van deze studie niet nader uit te werken. In plaats daarvan dient te worden onderzocht hoe de nieuw-voor-oud regeling (B7) kan worden ingericht om een afdoende instroom van rangeer- en feedingmaterieel te waarborgen. Dit onderzoek valt buiten het kader van voorliggende studie, maar dient

plaats te vinden in het kader van de voorbereidingen voor de inrichting van een nieuw-voor-oud regeling.