

A photograph of a railway track under a clear blue sky with a few clouds. The tracks are made of steel rails on a gravel bed. Overhead power lines are supported by metal poles and cross-arms. In the foreground, a blue sign with a yellow arrow pointing left and the number '4602' is visible. The background shows a line of trees and some industrial buildings.

Verkennde analyse
Strategische koers landelijke uitrol
ERTMS



Verkennde analyse Strategische koers landelijke uitrol ERTMS

Versie V1.0
Kenmerk PDKTSM-750454258-3484
Classificatie Openbaar

Colofon

| | |
|--------------|--|
| Kenmerk | PDKTSM-750454258-3484 |
| Titel | Verkennde analyse strategische koers landelijke uitrol ERTMS |
| Documenttype | Rapport |
| Auteur | Team Programmeren, Programmadirectie ERTMS |
| Eigenaar | Manager programmeren |

Dit document is verkennend van aard en niet-marktbindend. Dit document brengt geen verandering aan in uitgangspunten en kaders voor de programmascope in realisatie. Er kunnen geen rechten aan ontleend worden voor toekomstige keuzes op bijvoorbeeld de wijze van contracteren, scope, volumes, fasering of marktbenadering.

Managementsamenvatting

In 2019 besloot Kabinet Rutte-III tot landelijke uitrol van ERTMS. Binnen het programma ERTMS werken we aan de implementatie daarvan. We werken op basis van een lerende aanpak via opeenvolgende tranches, zodat het programma ervaring kan opbouwen en kan inspelen op ontwikkelingen op gebied van technologie, logistiek, financieel, etc. en onzekerheden. Inmiddels is de basisinvestering in systemen en materieel gedaan, en zijn de eerste baanvakken in realisatie.

De eerste tranche is vastgesteld in 2025 en omvat als geografische scope de Noordelijke lijnen, de Zeeuwse lijn en het baanvak Kijfhoek–Belgische grens. De overige baanvakken uit de oorspronkelijke programmascope van 2019 zijn met het vaststellen van Tranche 1 getemporeerd, waardoor de resterende opgave voor de landelijke uitrol groter is geworden en de realisatie daarvan langer gaat duren. Met de voorliggende analyse hebben we verkend hoe de landelijke uitrol van ERTMS verder vorm kan worden gegeven. Daarbij hebben we breder gekeken dan de oorspronkelijke scope voor het programma uit het kabinetsbesluit en bouwen we voort op een eerdere studie naar de landelijke uitrol uit 2022.

Grote opgave voor de komende decennia

De analyse die het afgelopen jaar is uitgevoerd laat zien dat de opgave voor de landelijke uitrol verder is gegroeid door een combinatie van factoren. De belangrijkste drie factoren zijn:

1. Tussen 2030 en 2040 bereikt een aanzienlijk deel van de Nederlandse treinbeveiligingsinstallaties het einde van hun levensduur. Dit terwijl het risico in de toeleveringsketen toeneemt door kennisafname en doordat componenten steeds lastiger verkrijgbaar zijn.
2. De technologie van het mobiele communicatienetwerk GSM-R is verouderd (2G) en moet worden vervangen door het nieuwe Europese systeem FRMCS (5G). Specificaties van dit systeem worden naar verwachting pas in 2029 vastgesteld. De invoering van FRMCS vraagt een nieuwe ombouwslag voor materieel en infrastructuur, boven op de al lopende ERTMS-ombouw.
3. De bestaande ERTMS-installaties op baanvakken zoals de HSL-Zuid, Betuweroute, Amsterdam–Utrecht en Hanzelijn zijn technisch verouderd en niet compatibel met de moderne ERTMS-versies die nu worden uitgerold. Deze moeten ook in de periode 2030-2040 worden opgewaardeerd of vervangen.

Wanneer ERTMS op dezelfde manier en met het huidige tempo in heel Nederland wordt uitgerold, is de verwachting dat de landelijke uitrol duurt tot 2060–2070. In de analyse van de landelijke uitrol uit 2022 was de prognose nog dat dit tot 2056 zou duren, maar daar waren de getemporeerde baanvakken uit de oorspronkelijke programmascope (Hanzelijn, SAAL, Brabantroute, Utrecht-Meteren) en de vervanging van de huidige ERTMS baanvakken nog niet in meegenomen. Ook werd er uitgegaan van het eerder afronden van Tranche 1 en daarmee het eerder starten van de landelijke uitrol van ERTMS. Hierdoor blijft het spoorstelsel nog langer dan waar eerder vanuit gegaan afhankelijk van oude systemen en moet vaker worden geïnvesteerd in 'oud voor oud'-vervangingen. Dat leidt tot hogere kosten en (verdere) vertraging van de modernisering van het spoorstelsel. Omdat kennis van deze systemen afneemt en bepaalde onderdelen steeds slechter leverbaar zijn is het steeds meer de vraag of 'oud voor oud' vervangingen nog wel mogelijk zullen zijn. Deze lange overgangperiode van de huidige treinbeveiligingssystemen naar ERTMS leidt daarmee tot toenemende risico's voor de betrouwbaarheid en continuïteit van het treinverkeer vanaf 2030.

De lange overgangperiode maakt ook dat Nederland steeds verder achterloopt op invullen van de Europese verplichtingen in het kader van de TEN-T verordening. Ook staan bestuurlijke afspraken, zoals een hoogfrequente dienstregeling op de SAAL-corridor, onder druk.

Ook biedt de lange overgangperiode onvoldoende perspectief voor de markt om te investeren in de transitie naar ERTMS. Tot slot duurt het langer voordat innovaties en verbeteringen kunnen worden doorgevoerd waarmee de spoorsector kan inspelen op een veranderende arbeidsmarkt.

Handelingsperspectieven

Voor de landelijke uitrol zijn drie verschillende handelingsperspectieven verkend:

- Voortzetten huidige werkwijze;
- Pauzeren en wachten op stabielere technologie;
- Versnellen via een landelijke aanpak.

Binnen het eerste handelingsperspectief bouwt het programma ERTMS per baanvak om. Bij het huidige tempo leidt dit tot volledige landelijke invoering van ERTMS in de periode 2060-2070. Dit betekent dat de kosten over een lange periode worden verdeeld maar in totaliteit waarschijnlijk veel hoger zijn dan bij het derde handelingsperspectief. Daarnaast levert de lange doorlooptijd naar schatting grote continuïteitsrisico's.

Bij het tweede handelingsperspectief wordt gewacht op doorontwikkeling van technologie. De verwachting is dat deze ontwikkelingen niet snel zullen gaan en daarmee per saldo ook dit handelingsperspectief leidt tot een lange implementatieperiode met grote continuïteitsrisico's. Ook acht het programma het onwaarschijnlijk dat eventuele kostenbesparingen door te wachten op stabielere technologie zullen opwegen tegen de hoge kosten van beheer- en onderhoud van de bestaande treinbeveiliging. Daarnaast zal wachten de prikkel bij de markt om te innoveren waarschijnlijk verminderen.

Het derde handelingsperspectief vraagt om een aanpassing van werkwijze, andere inrichting van ontwerp en aanleg. Versnelling kan bereikt worden via een meer landelijke ontwerp- en aanlegstrategie. Hierbij kan ERTMS infrastructuur parallel in meerdere regio's worden voorbereid en aangelegd, in plaats van de huidige seriële baanvak-voor-baanvak werkwijze. Aanleg en indienststelling kunnen meer worden losgekoppeld; wanneer een groep baanvakken/corridor/regio compleet is omgebouwd met ERTMS en gekoppeld kan worden, vindt indienststelling plaats. Dat vraagt een grote verandering van werkwijze met intensieve afstemming tussen infrabeheerder, vervoerders, marktpartijen en regio's en mogelijk meer buitendienststellingen. Cruciaal is bovendien dat tijdig duidelijkheid komt over de financierbaarheid van de versnelling, de aanpak van bestaande ERTMS-baanvakken (Baseline 2) en de Nederlandse migratiestrategie voor FRMCS.

Het derde handelingsperspectief beschouwt het programma als het meest passende antwoord op de voorliggende uitdaging. De belangrijkste redenen hiervoor zijn het verlagen van continuïteitsrisico's, het beperken van investeringen in verouderde technologie, een betere benutting van investeringen in materieel, centrale IT-systemen en sectorcapaciteit, een beter perspectief voor de markt en het beter kunnen aansluiten op gemaakte bestuurlijke afspraken. Daarnaast vergroot deze aanpak het vooruitzicht op het halen van de Europese doelstellingen voor 2040 en 2050.

Financiële doorkijk

Het programma heeft een overzicht gemaakt van de verwachte beschikbare middelen tot en met 2050 en heeft op basis van de beschikbare informatie eerste schattingen gemaakt van de kosten. Hierin is zowel de aanleg van ERTMS, als het in stand houden van de treinbeveiliging, als gevolg van de vervanging van GSM-R voor FRMCS in zowel infra als materieel meegenomen. Een versnelde uitrol na Tranche 1 heeft naar verwachting lagere totale kosten (ca. € 14,4 mrd.) dan de huidige werkwijze (ca. €15,2 mrd.), vooral omdat minder oude systemen hoeven worden te vervangen. Dit verschil in totale kosten is nog een schatting omdat de stijgende onderhoudskosten voor de bestaande beveiliging nog niet zijn gekwantificeerd. Tegelijkertijd vraagt versnelling om verschuiving van middelen in de periode ná 2040 naar de periode vóór 2040. In de huidige inschatting zou dit circa € 5,3 mrd. extra kasruimte in de periode tot 2040 vereisen, bovenop de reeds gereserveerde middelen in het Mobiliteitsfonds voor deze periode.

De financiële analyse is indicatief en moet per tranche verder worden uitgewerkt, in samenhang met maakbaarheid, marktcapaciteit en onzekerheid met betrekking tot FRMCS. Per tranche kan dan expliciet worden afgewogen wat de opties zijn, welke middelen hiervoor nodig zijn en of deze vrijgemaakt kunnen worden. Het heeft geen waarde om hierop vooruit te lopen, vanwege de inhoudelijke onzekerheden en maakbaarheid. Pas als zicht is op een maakbare tranche kan worden afgewogen of inpassing in de

begroting mogelijk en noodzakelijk is. Mogelijk vraagt dit keuzes binnen het Mobiliteitsfonds. De huidige financiële kaders bieden die ruimte nog onvoldoende.

Een verantwoorde stap vooruit

De sector staat voor een sectorbrede, meerjarige opgave in een technische en internationale omgeving die voortdurend in beweging is. Er moet nog veel worden uitgezocht. Dit geldt bijvoorbeeld voor de integrale maakbaarheid, wendbaarheid en financierbaarheid. Tegelijkertijd moeten het programma starten om versnelling niet onmogelijk te maken. Bovendien kan uit de programmabeslissing en de herijking van de afgelopen jaren worden afgeleid dat het verwerven van kennis, het ontwikkelen van systemen en het aanpassen van werkwijzen niet in lineaire voorspelbare stappen gaat. Juist daarom leggen legt het programma nu een strategische koers neer. De uitwerking vraagt een adaptieve aanpak.

De onzekerheden hoeven door de tranchegewijze aanpak geen belemmering te zijn voor het nu besluiten over een koers. De benadering van het programma is juist niet om eerst volledige zekerheid te verkrijgen en pas daarna te besluiten, zoals bij de programmabeslissing, maar bewuste en gerichte eerste besluiten te nemen, te leren van de uitvoering en gaandeweg bij te sturen en resterende onzekerheden te verkleinen. Deze werkwijze is noodzakelijk om recht te doen aan de urgentie van de opgave en tegelijkertijd realistisch te blijven over wat we – als sector, als overheid – gezamenlijk kunnen realiseren.

Tranche 2 en 3: Aanpak in de steigers

Twee tranches zijn als eerste stappen uitgewerkt om de aanpak in de steigers te zetten.

Tranche 2: Een uitvoeringstranche gericht op de intentie van de opwaardering van de HSL-Zuid; noodzakelijk om toekomstige ERTMS koppelingen en internationale interoperabiliteit mogelijk te maken. Behalve dat het ervaring oplevert, voorkomt het ook dat ingebruikname van opvolgende baanvakken na Kijfhoek Belgische grens vertraging oplopen, omdat de technische aansluiting van de HSL in elke uitrolscenario moet worden gemaakt. Scenario's worden in de komende periode uitgewerkt.

Tranche 3: Een tranche waarin randvoorwaarden voor de versnelling worden uitgewerkt en voorbereid: landelijke ontwerpstrategie, marktcapaciteit, financierbaarheid, strategie voor centrale IT-systemen, FRMCS migratie en uitwerking van de planning voor de overige Baseline 2 baanvakken.

De financiële omvang voor de uitvoering van deze eerstvolgende tranches is tussen de €100 mln. en €200 mln. en vormen daarmee een noodzakelijke eerste stap om versnelling van de aanleg van ERTMS mogelijk te maken.

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| 1 Inleiding | 8 |
| 2 De treinbeveiligingsopgave voor de komende decennia | 9 |
| 2.1 Wijziging uitvoeringsscope maakt landelijke opgave groter | 9 |
| 2.2 Piek in de vervangingsbehoefte en einde technologische levensduur van bestaande beveiliging in de periode 2030-2040 | 10 |
| 2.3 Opwaarderen van ERTMS Baseline 2 baanvakken noodzakelijk | 11 |
| 2.4 Het communicatienetwerk van het spoor moet van 2G naar 5G: van GSM-R naar FRMCS | 12 |
| 2.5 Langere migratietijd zorgt voor operationele risico's en kosten | 12 |
| 2.6 Bestuurlijke afspraken en Europese verplichtingen staan onder druk | 13 |
| 2.7 De markt, de EU en de partners in het programma hebben behoefte aan duidelijkheid | 14 |
| 3 Lerende aanpak als antwoord op besluiten in onzekerheid | 15 |
| 3.1 Besluiten in onzekerheid | 15 |
| 3.2 Lerende aanpak | 16 |
| 4 Afweging ambitieniveau treinbeveiligingsopgave | 18 |
| 4.1 Handelingsperspectieven | 18 |
| 4.2 Voorgestelde koers en consequenties | 20 |
| 5 Financiën, sturing en beheersing | 21 |
| 5.1 Kosten | 21 |
| 5.2 Middelen | 22 |
| 5.3 Opgave | 22 |
| 5.4 Werkwijze en effecten | 23 |
| 5.5 Sturing en beheersing | 23 |
| 6 Aanpak in de steigers: Tranche 2 en 3 | 24 |
| 6.1 Tranche 2: Uitvoering | 24 |
| 6.2 Tranche 3: Voorbereiden realiseren van de ambitie 2040 | 24 |
| Bijlage A Achtergrond | 26 |
| Bijlage B Werkwijze | 29 |
| Bijlage C Maatgevende dossiers | 30 |
| C.1 Ombouw infrastructuur | 30 |
| C.2 Indienstelling ERTMS | 34 |
| C.3 CSS-strategie | 35 |
| C.4 Bestaande ERTMS Baseline 2-baanvakken | 36 |
| C.5 Invoering FRMCS | 37 |
| C.6 Ombouw materieel | 38 |
| C.7 Wettelijke verplichtingen en bestuurlijke afspraken | 39 |
| C.8 Innovatie | 41 |
| Bijlage D Afwegingen voor koers en ambitie van de landelijke uitrol | 43 |
| D.1 Doorgaan zoals nu, stoppen en wachten of versnellen met een andere aanpak? | 43 |
| D.2 Afweging tussen verschillende opties voor versnelling | 44 |

1 Inleiding

In 2025 is gebleken dat de opgave ten aanzien van de treinbeveiliging en het spoorse mobiele communicatiesysteem GSM-R, urgent en onontkoombaar is. Verouderde systemen, samen met toenemende onderlinge afhankelijkheden tussen de invoering van ERTMS en de opvolger van GSM-R, brengen verhoogde risico's met zich mee voor de betrouwbaarheid, continuïteit, veiligheid en beheersbaarheid van de ontwikkeling van het spoorstelsel. Tijdige en samenhangende keuzes over de uitrol van ERTMS zijn daarom noodzakelijk. Tegen deze achtergrond is in 2025 verkend welke maatregelen noodzakelijk zijn om het spoorstelsel ook op de middellange en lange termijn operationeel te houden. Dit heeft geleid tot een eerste uitwerking van de strategische koers voor de landelijke uitrol van ERTMS en een pakket aan activiteiten waarmee we het verder uitwerken van deze koers direct en voortvarend in gang zetten. Met deze stappen geven we nadere invulling aan het kabinetsbesluit van 2019 om ERTMS in heel Nederland uit te rollen en doen we dat op een manier die past bij de herijking van het programma in 2024.

Totstandkoming rapport

In 2025 is door de sectorpartijen binnen het programma in een gezamenlijk scenarioteam onderzoek gedaan naar de vervolgstappen na Tranche 1 en de verdere landelijke uitrol. Hierbij is onder andere gekeken naar de uitgangssituatie op het spoor na Tranche 1, de lessen die tot nu toe geleerd zijn en de wensen van stakeholders. Vanuit deze analyse zijn negen strategische thema's gedefinieerd - financiën, ombouw infrastructuur, indienststelling, materieel, CSS-strategie, FRMCS, Baseline-2-baanvakken, bestaande bestuurlijke afspraken en innovaties - die invloed hebben op de keuzes voor de landelijke uitrol. Voor elk thema zijn de opgaven waar we voor staan en afhankelijkheden met en van andere projecten en ontwikkelingen uitgewerkt. Op basis van inzichten uit deze analyse zijn verschillende manieren voor aanpak van de landelijke uitrol vergeleken. Deze variëren van optimalisatie van de huidige aanpak tot een volledig nieuwe landelijke uitvoeringsstrategie. Gezocht is naar een aanpak die het meeste oplevert voor het spoorstelsel, gegeven de urgentie. De onderzochte varianten zijn afgewogen op effecten als betrouwbaarheid van het spoorstelsel, continuïteit van vervoer over het spoor, tempo van uitrol, kosten, uitvoerbaarheid, capaciteit en effect op de markt.

De analyse is gemaakt door een scenarioteam met medewerkers van ProRail, NS, het ministerie van IenW en de Programmadirectie ERTMS. Gedurende het proces is informatie ingewonnen bij onder andere goederenvervoerders, regionale vervoerders, leveranciers en regionale stakeholders. Resultaten zijn besproken en vastgesteld in het MT ERTMS en de stuurgroep ERTMS.

Structuur

Deze verkennende analyse begint met hoofdstuk 2, waarin een aantal factoren wordt behandeld die leiden tot een hogere urgentie voor de implementatie van ERTMS. Het belang om nu te handelen wordt in dit hoofdstuk uitgelegd en benadrukt. Opvolgend wordt in hoofdstuk 3 de onzekerheid van het programma en de onderliggende lerende aanpak toegelicht. In hoofdstuk 4 wordt de keuze voor versnellen onderbouwd met een afweging van verschillende opties. Hoofdstuk 5 behandelt de financiële aspecten van de versnelling en de sturing en beheersing van het programma. Tot slot wordt in hoofdstuk 6 behandeld hoe er gestart wordt met de nieuwe versnelde aanpak. In de bijlage is aanvullende inhoud opgenomen die verdere verdieping biedt op de hoofdstukken. Bijlage A bevat meer achtergrond over het ERTMS programma. Bijlage B bevat een korte beschrijving van de gevolgde werkwijze, Bijlage C bevat een uitgebreide beschrijving van de maatgevende dossiers die een rol spelen bij het maken van een strategie voor een landelijke uitrol van ERTMS en bijlage D bevat een nadere uitwerking van de verschillende strategische afwegingen die zijn gemaakt.

2 De treinbeveiligingsopgave voor de komende decennia

De spoorsector staat op een kantelpunt. De komende 5 - 15 jaar komen meerdere ontwikkelingen samen die maken dat de treinbeveiligingssystemen, en daarmee de betrouwbaarheid van het spoorstelsel en de continuïteit van de dienstverlening voor reizigers en verladers, onder druk komen te staan. Naast de hoge urgentie bestaat er ook nog onzekerheid over de exacte impact van nieuwe technische en marktontwikkelingen.

De opgave die voor ons ligt, is hieronder vanuit verschillende aspecten belicht. Deze aspecten zijn van verschillende ordegrottes en verschillende abstractieniveaus. Ze komen in dezelfde periode samen en beïnvloeden elkaar wederzijds waardoor er continuïteitsrisico's voor het systeem ontstaan. Bij elkaar opgeteld leiden deze factoren tot een gegroeide opgave voor de uitrol van ERTMS in Nederland. De volgende aspecten worden hieronder behandeld:

- De verandering in de uitvoeringsscope van Tranche 1 ten opzichte van de programmabeslissing uit 2019 maakt de landelijke opgave groter.
- Piek in de vervangingsbehoefte en einde technologische levensduur van bestaande beveiliging in de periode 2030-2040.
- ERTMS-installaties op baanvakken met Baseline 2 zijn aan vervanging toe. Opwaardering is nodig om baanvakken te kunnen koppelen aan de versie die nu uitgerold wordt in de rest van het land.
- Het communicatienetwerk van het spoor moet van 2G naar 5G: van GSM-R naar FRMCS.
- Langere migratietijd brengt operationele kosten en risico's met zich mee.
- Bestuurlijke afspraken en Europese verplichtingen staan onder druk.
- De markt, de EU en de partners in het programma hebben behoefte aan duidelijkheid.

Een verdiepende beschrijving van de verschillende onderwerpen die in dit hoofdstuk aan bod komen is opgenomen in Bijlage C .

2.1 Wijziging uitvoeringsscope maakt landelijke opgave groter

In 2019 besloot het kabinet Rutte-III tot het vóór 2050 landelijk vervangen van de huidige analoge treinbeveiligingssystemen door het digitale ERTMS, te starten met een basisinvestering die in 2030 gereed zou zijn. De basisinvestering was bedoeld om belangrijke bouwstenen voor de invoering van ERTMS, zoals de ombouw van treinen, het realiseren van het centrale veiligheidssysteem, het aanpassen van systemen en processen en het opleiden van grote groepen personeel te realiseren. Daarnaast zou ERTMS op zeven baanvakken plus een proefbaanvak worden ingevoerd (proefbaanvak Hanzelijn, Kijfhoek-Roosendaal-Belgische grens (EKB), Hoofddorp-Duivendrecht, Roosendaal-Den Bosch, SAAL, Utrecht-Meteren, Meteren-Eindhoven, Eindhoven-Venlo-Duitse grens). In 2021 is de invoering van ERTMS op de Noordelijke lijnen toegevoegd aan de scope van het programma. De belangrijkste drijfveer hiervoor was de veroudering van de beveiligingsinstallatie tussen 2025 en 2030. Door de aanleg van ERTMS wordt zoveel mogelijk vervanging door oude technologie voorkomen. Ook kan een deel van de Noordelijke lijnen, Harlingen Haven – Leeuwarden, worden ingezet als eerste proefbaanvak.

Uitloop op de planning en een groeiend budgettekort (tussen de € 1 en 1,5 mrd.), leidden tot het uitvoeren van een second opinion in 2023 en het herijken van het programma in 2024. Sinds de herijking werkt het programma in tranches. Doel van Tranche 1 is om ERTMS-only werkend te krijgen op een druk en met gemengd vervoer (reizigers en goederen) bereden baanvak met middelgrote stations en emplacementen en ervan te leren voor de verdere uitrol in Nederland. Op dit moment is de eerste tranche in realisatie. Om landelijke hinder tijdens het testen- en beproeven te beperken wordt gewerkt met twee proefbedrijven op twee verschillende proefbaanvakken aan de randen van het land. De uitrol start op de Noordelijke lijnen met een proefbedrijf op Harlingen Haven – Leeuwarden, gevolgd door een proefbedrijf op de Zeeuwse lijn. Met de ingebruikname van ERTMS op het baanvak tussen Kijfhoek en de Belgische Grens wordt het doel van Tranche 1 gerealiseerd.

Om binnen het beschikbare budget te blijven, is het aantal locaties waarop ERTMS wordt ingevoerd in Tranche 1 teruggebracht. De invoering van ERTMS op de SAAL-corridor, de Brabantroute en Utrecht - Meteren is bij het besluit over Tranche 1 in het voorjaar van 2025 getemporeerd, waarbij het volledige budget voor deze uitgestelde baanvakken wordt ingezet voor Tranche 1.

De indienststelling van volgende baanvakken met ERTMS kan niet eerder plaatsvinden dan na succesvolle afronding van Tranche 1. Met implementatie op het baanvak EKB wordt immers aangetoond dat een dienstregeling op een gemengd baanvak met een middelgroot emplacement met ERTMS betrouwbaar kan worden uitgevoerd. Dit is momenteel voorzien in 2031-2032. Dit betekent dat de getemporeerde baanvakken, zowel qua uitvoeringsscope als financiële dekking, onderdeel zijn geworden van de landelijke uitrol na Tranche 1 en de opgave van de landelijke uitrol dus groter is geworden. Concreet betekent dit dat de landelijke uitrol dus duurder wordt en later klaar is dan voorzien bij de Programmabeslissing in 2019 en de analyse Landelijke uitrol in 2022.

De leerervaringen die nu en de komende jaren opgedaan moeten worden uit Tranche 1 zijn noodzakelijk voor Tranche 2 en verder:

- **Regie:** De Programmadirectie is samen met haar partners in staat om de invoering van ERTMS te coördineren en samen met de spoorsector de operatie onder ERTMS uit te voeren.
- **Generieke voorbereiding:** Het ontwikkelen en borgen van de kennis, processen en werkwijzen die nodig zijn om ERTMS structureel te integreren in het ontwikkelen, aanbesteden, bouwen, testen, indienststellen, gebruiken en beheren binnen de betrokken organisaties. Daarnaast is de sector in staat om gezamenlijk het vervoersysteem met ERTMS in bedrijf te stellen en te houden, inclusief configuratie- en releasemanagement. De sector is in staat om gezamenlijk ketenbeheer en ketenmonitoring uit te voeren en verder door te ontwikkelen. De organisaties zijn in staat ERTMS verder uit te rollen en te ontwikkelen.
- **Realiseren van ERTMS in materieel en opleiden van personeel:** Het zorgen voor voldoende, met ERTMS, omgebouwd materieel en het opleiden van voldoende personeel om het vervoersysteem met ERTMS te kunnen exploiteren binnen de geografische scope van Tranche 1.
- **Realisatie van ERTMS in infrastructuur en indienststelling vervoersysteem met ERTMS:** Het ontwikkelen en werkend krijgen van het vervoersysteem met ERTMS level 2-only op een druk, met gemengd vervoer bereiden baanvak. Na Tranche 1 is de sector in staat om tranchegewijs landelijk ERTMS uit te rollen.

2.2 Piek in de vervangingsbehoefte en einde technologische levensduur van bestaande beveiliging in de periode 2030-2040

De bestaande beveiligingsinstallaties verouderen. In de periode 2030–2040 bereikt een groot aantal installaties tegelijkertijd het einde van hun levensduur. Een deel van de locaties waarop snel vervangen moet worden zijn onderdeel van de scope van Tranche 1. Dit geldt voor de Noordelijke lijnen en Kijfhoek-Belgische grens. De analyse laat ook zien dat de beveiligingsinstallaties van onderdelen van de getemporeerde programmascope (op de SAAL-corridor, de Brabantroute en Utrecht - Meteren), bestaande ERTMS baanvakken HSL-Zuid en Betuweroute en delen van het netwerk in het oosten van het land voor 2035 aan vervanging toe zijn. Bijlage C.1 bevat een nadere beschrijving van de situatie rondom de bestaande beveiliging.

Op het spoornet wordt in de komende jaren daarom steeds meer levensduur verlengend onderhoud uitgevoerd aan de bestaande beveiligingsinstallaties, in afwachting van de uitrol van ERTMS. Wanneer levensduurverlenging niet langer mogelijk is, moet vervanging van apparatuur met de oude technologie plaatsvinden. Om desinvesteringen te minimaliseren moet de migratie naar ERTMS dan later uitgevoerd worden, waarmee de totale kosten voor onderhoud en vervanging aanzienlijk gaan oplopen.

ProRail merkt nu al dat sommige componenten voor legacy-systemen, steeds lastiger verkrijgbaar zijn, met levertijden die inmiddels kunnen oplopen tot meer dan twaalf maanden. Deze producten worden vaak specifiek voor de Nederlandse markt gemaakt en vragen om specialistische productiemethoden en kennis. Hierdoor is de supply chain zeer kwetsbaar en ontstaat het risico op vertragingen in projecten of het zelfs niet meer kunnen onderhouden van systemen. Niet alleen doordat onderdelen mogelijk niet langer worden geproduceerd, maar ook doordat de beschikbare kennis bij leveranciers over deze systemen niet meer aanwezig is.

De aandacht, capaciteit, tijd en geld die gemoeid zijn met de instandhouding van de bestaande installaties gaan ten koste van de invoering van ERTMS. Het programma heeft inschattingen gemaakt waarbij met de huidige werkwijze de landelijke invoering van ERTMS tot 2060-2070 kan duren. Andersom geldt dat met een snellere uitrol vervangingskosten van de huidige treinbeveiliging kunnen worden beperkt en risico's op betrouwbaarheid, continuïteit en schaarse beschikbaarheid van onderdelen van en kennis op gebied van de huidige beveiligingssystemen kunnen worden beperkt.

Om dubbele kosten zoveel mogelijk te voorkomen, is het noodzakelijk de planning van de uitrol van ERTMS zo goed mogelijk op de veroudering van de onderdelen van de bestaande technologie af te stemmen.

2.3 Opwaarderen van ERTMS Baseline 2 baanvakken noodzakelijk

De ERTMS-installaties op bestaande ERTMS-baanvakken (de HSL-Zuid, Betuweroute, Amsterdam–Utrecht, Hanzelijn en Havenspoorlijn) zijn voorzien van een oudere versie van de ERTMS specificatie (Baseline 2) en raken daarnaast technisch verouderd. In de periode 2030-2040 zijn ook deze installaties aan vervanging toe. De huidige toepassing van ERTMS is op elk van deze baanvakken op maat gemaakt en is door verschillende leveranciers gerealiseerd. Dit heeft ertoe geleid dat elk baanvak een eigen, afwijkende, implementatie van ERTMS heeft. Zie ook bijlage 0 voor een verdere verdieping.

Deze baanvakken grenzen aan delen van het netwerk waar vervanging van de huidige beveiliging urgent is. Bij verdere uitrol van ERTMS zal een koppeling gemaakt moeten worden met deze bestaande ERTMS baanvakken. De situatie per baanvak is hieronder samengevat:

1. De HSL-Zuid is momenteel voorzien van Baseline 2 en grenst zowel aan de SAAL-corridor bij Hoofddorp als aan de Brabantroute bij Breda. Voor de HSL-zuid moet rekening worden gehouden met de huidige beheersituatie en de grensovergang met België.
 - De HSL-Zuid wordt momenteel beheerd door Infrasppeed BV, in opdracht van de Nederlandse staat. Dit beheercontract loopt af in 2031. Momenteel is de overdracht van het beheer naar ProRail in voorbereiding. De huidige treinbeveiliging op de HSL-Zuid bereikt uiterlijk 2036 het einde van de theoretische technische levensduur. Technische wijzigingen aan de ERTMS-installatie moeten daarom uitgevoerd worden, rekening houdend met de afspraken die gemaakt worden in het traject van inbeheername en het programma ERTMS.
 - Aangezien de HSL op de grens met België gekoppeld is met de hogesnelheidslijn 4 in België moeten ook technische wijzigingen aan de Belgische zijde van de grens worden doorgevoerd. Afspraken over de grensovergang worden met Belgische partners gemaakt.
2. Amsterdam–Utrecht en de Hanzelijn zijn uitgerust met zowel ERTMS (momenteel voorzien van Baseline 2) als ATB. Deze baanvakken grenzen aan de SAAL-corridor. De huidige treinbeveiliging op traject Amsterdam–Utrecht bereikt einde levensduur in 2033 en de Hanzelijn in de periode 2035–2040.
3. De Betuweroute is momenteel voorzien van Baseline 2 en grenst aan de trajecten Utrecht – Eindhoven, met de nieuwe Meterenboog Zuidwest en Nijmegen – Elst. De huidige treinbeveiliging van de Betuweroute bereikt in 2031 het einde van haar technische levensduur.

De Baseline 2 specificatie bevatte nog geen gestandaardiseerde manier om overgangen tussen twee ERTMS gebieden mogelijk te maken. De specificatie van Baseline 3 en hoger, die in het programma worden uitgerold, bevat deze wel. Bij de programmabeslissing in 2019 was het uitgangspunt dat een koppeling met de bestaande ERTMS-installaties mogelijk zou zijn. Onderzoek en gesprekken met de leveranciers hebben de afgelopen jaren echter laten zien dat het maken van een koppeling met de verouderde versie kostbaar en technisch risicovol is. Er moet dan een specifieke technische koppeling ontwikkeld worden waarvoor het nodig is om wijzigingen aan te brengen in systemen die meer dan 20 jaar oud zijn (die nog wel beheerd, maar niet meer doorontwikkeld worden en waarvan nog maar beperkt kennis aanwezig is).

Om koppelingen alsnog mogelijk te maken en te zorgen dat de ERTMS-installatie op deze baanvakken toekomstbestendig is, dient de ERTMS versie daarom opgewaarderd te worden naar de meest actuele versie van de ERTMS specificatie en is vervanging van hardware en software nodig. Er zijn hiervoor twee hoofdkeuzes te maken. Ofwel de bestaande installatie te laten opwaarderen door de huidige leverancier, ofwel de gehele installatie te vervangen met het systeem dat nu binnen het programma wordt uitgerold.

De keuze om op te waarderen of geheel te vervangen is urgent om twee redenen. De eerste reden is het bereiken van het einde van de levensduur van de installatie. De tweede reden is dat deze baanvakken een nieuwe versie van ERTMS moeten hebben, voordat de aangrenzende baanvakken met ERTMS in dienst kunnen worden gesteld. De planning van de verdere landelijke uitrol van ERTMS is in grote mate afhankelijk van de ontwikkeling op de bestaande ERTMS baanvakken.

2.4 Het communicatienetwerk van het spoor moet van 2G naar 5G: van GSM-R naar FRMCS

Het Global System for Telecommunication-Rail (GSM-R), gebaseerd op 2G technologie, vormt het primaire spraak- en datacommunicatiemiddel tussen machinisten en verkeersleiding en tussen de treinen en de walsystemen van ERTMS. De ERTMS-apparatuur en communicatieapparatuur zijn met elkaar verbonden. Parallel aan de veroudering van treinbeveiliging en de implementatie van ERTMS loopt dit communicatienetwerk van het spoor tegen de grenzen van de levensduur aan. 2G technologie is sterk verouderd. In moderne communicatienetwerken wordt momenteel 5G technologie gebruikt en de ontwikkelingen gaan snel. De industrie heeft al enkele jaren geleden aangegeven begin jaren '30 te willen stoppen met de ondersteuning van GSM-R. Zie ook bijlage C.5.

De opvolger van GSM-R is het Future Railway Mobile Communication System (FRMCS). De specificatie voor het FRMCS wordt, net als de specificatie voor ERTMS vastgelegd in Europese Technische Specificatie voor Interoperabiliteit (TSI). Deze specificatie bevindt zich momenteel nog in ontwikkeling. Naar verwachting zullen de definitieve specificaties rond 2029 worden vastgesteld. Pas na het vaststellen van de specificaties kunnen leveranciers hun producten voor FRMCS ontwikkelen en op de markt brengen. Net als bij GSM-R het geval is, zal het gebruik van FRMCS verplicht worden voor spoorwegtoepassingen binnen Europa.

De specificaties van FRMCS en ERTMS zijn nauw met elkaar verweven. ERTMS-berichten moeten immers betrouwbaar en veilig tussen trein- en walsystemen worden uitgewisseld en moet communicatie tussen machinisten en verkeersleiding solide zijn. Door deze verwevenheid heeft de invoering van FRMCS niet alleen betrekking heeft op het vervangen van de huidige radio-infrastructuur langs het spoor en in treinen, maar heeft ook consequenties voor ERTMS versie en daarmee de hardware en software van ERTMS-installaties in zowel materieel als infrastructuur. In het uiterste geval betekent dit wederom een ombouw van alle ERTMS-installaties in de treinen na 2030, met een grote financiële kostenpost en een grote onttrekking van treinen uit de dienstregeling tijdens de ombouw. Dit terwijl de ombouw van treinen voor ERTMS de materieelombouw rond 2030 in Tranche 1 wordt afgerond. Op Europees niveau wordt momenteel gezocht naar manieren om de impact van de migratie van FRMCS op ERTMS-installaties te beperken, maar dat heeft momenteel nog niet tot uitsluitel geleid.

In 2032 loopt het Nederlandse beheercontract voor het GSM-R netwerk af. De sector streeft er naar om de levensduur van GSM-R zoveel mogelijk te verlengen om zo voldoende tijd te hebben om FRMCS in te voeren. Op dit moment is er vanwege de vele onzekerheden echter nog geen passende migratiestrategie van GSM-R naar FRMCS beschikbaar wat een additioneel risico vormt voor de continuïteit van de dienstverlening voor reizigers en verladers. De invoering van ERTMS en FRMCS vindt in dezelfde periode plaats en moet nauw op elkaar worden afgestemd.

2.5 Langere migratietijd zorgt voor operationele risico's en kosten

Tijdige en betrouwbare informatie over de planning en besluitvorming rondom ERTMS is essentieel voor commerciële keuzes en beleidskeuzes voor alle stakeholders. Daarbij is het cruciaal dat de transitieperiode tussen het oude en het nieuwe systeem zo kort mogelijk blijft. Een langdurige overgangsperiode maakt het complexe Nederlandse spoorstelsel kwetsbaar doordat en nog meer tussentijdse wijzigingen vanuit techniek en wet- en regelgeving zullen moeten worden doorgevoerd tijdens de migratie. Dit leidt tot hogere kosten en grotere risico's op het gebied van betrouwbaarheid en beschikbaarheid van het spoorstelsel. Het programma heeft de belangen zorgen en wensen van stakeholders rondom het ERTMS-programma geïnventariseerd. Samenvattend komt daar het volgende beeld uit naar voren:

- ERTMS vormt een randvoorwaarde voor bredere maatschappelijke, ruimtelijke, commerciële opgaven en strategische plannen bij regionale overheden, goederenvervoerders en havens. Er ligt bijvoorbeeld een sterke vraag bij havens, regionale overheden en internationale vervoerders om internationale routes van ERTMS te voorzien, zodat het materieel geen ATB meer nodig heeft. Ook is ERTMS randvoorwaardelijk voor intensivering van de dienstregeling. Nationaal geldt dit bijvoorbeeld voor de SAAL-corridor als gevolg van de woningbouwopgave en daardoor voorziene reizigersgroei. Internationaal geldt dit bijvoorbeeld voor de treinverbinding tussen Antwerpen en Roosendaal.
- Zowel infrabeheerder, vervoerders als overheden vragen om de impact op de huidige operatie (materieel en infrastructuur) te beperken door uitrol af te stemmen op andere ontwikkelingen, zoals de komst van FRMCS, de inbeheername van de HSL, veroudering van bestaande beveiliging en looptijden van regionale concessies, zodat de overgang naar ERTMS bij voorkeur plaatsvindt met de start van een nieuwe concessieperiode.
- Er is behoefte bij vervoerders aan zoveel mogelijk eenduidige en gestandaardiseerde gebruikersprocessen voor ERTMS. Ook vragen materieeleigenaren om implementatie van ERTMS-systeemversies in de infrastructuur die aansluiten bij de ERTMS-versies in materieel.
- ERTMS vormt een financiële uitdaging voor een groot aantal stakeholders, niet alleen de hoogte van de kosten, maar ook de onzekerheid over subsidie van ombouw voor met name materieeleigenaren.
- Verschillende partners en stakeholders signaleren dat de capaciteit (personeel, materieel, kennis etc.) om ERTMS te implementeren onder druk staat. Dit vormt een serieuze beperking voor de haalbaarheid en snelheid van de uitrol.
- ERTMS brengt meer mogelijkheden voor ProRail om de verwachte groeiende krapte van treindienstleiders op de arbeidsmarkt op te kunnen vangen.

2.6 Bestuurlijke afspraken en Europese verplichtingen staan onder druk

Er is ERTMS nodig om hoogfrequent te kunnen rijden (PHS Dienstregelingsmodel II) op de SAAL-corridor (Schiphol – Amsterdam – Almere – Lelystad). Met de regio zijn daarom afspraken gemaakt over de aanleg van ERTMS op het traject SAAL. De afspraak met is dat er uiterlijk eind 2032 een hoogfrequente dienstregeling op de SAAL-corridor gereden wordt. De regio geeft aan dat extra treinen een belangrijke pijler onder het realiseren van extra woningen in de regio zijn. Zie ook bijlage C.7.

De haalbaarheid van realisatie eind 2032 staat zwaar onder druk. Dit komt onder meer door:

- Herprioritering binnen het ERTMS-programma (Tranche 1) – andere trajecten hebben prioriteit gekregen, waardoor er voor de uitrol van ERTMS op SAAL momenteel nog geen beschikbaar budget en planning is.
- Ingebruikname van ERTMS op de SAAL-corridor kan pas plaatsvinden na afronding van Tranche 1. Dit is nu rond 2031/2032 en dat is later dan voorzien.
- Sterke afhankelijkheid van andere ERTMS-trajecten – SAAL kan pas volledig in gebruik worden genomen nadat ERTMS op aangrenzende baanvakken (HSL-Zuid, Amsterdam–Utrecht en de Hanzelijn) is gemoderniseerd en gekoppeld kan worden.
- Aanvullende infrastructuurmaatregelen zijn nodig voor Dienstregelingsmodel II – voor de beoogde frequentieverhoging zijn nog fysieke aanpassingen nodig.
- Operationele implementatietijd – na aanleg van ERTMS is tijd nodig voor integratietesten, proefbedrijf en het robuust introduceren van de nieuwe dienstregeling op SAAL en de daarmee samenhangende landelijke dienstregeling.
- Impact van de toekomstige invoering van FRMCS – in de periode 2030–2040 moet materieel opnieuw worden omgebouwd, wat tijdelijk de beschikbaarheid van treinen kan beperken terwijl Dienstregelingsmodel II juist meer materieel vraagt.

Op dit moment loopt daarom een proces met de regio om te kijken wanneer invoering van ERTMS op SAAL en het rijden volgens Dienstregelingsmodel II haalbaar is, welke alternatieven mogelijk zijn en hoe de reizigersprognoses en verstedelijking zich ontwikkelen.

Het is een verplichting uit Europese verordeningen dat ERTMS op specifieke delen van het Nederlandse spoorwegnet wordt geïmplementeerd voor 2030 (kernnetwerk), voor 2040 (uitgebreid kernnetwerk) en voor 2050 (uitgebreid netwerk). Ook deze verplichtingen staan door het huidige uitroltempo onder druk. Eerder was al bekend dat Nederland niet volledig voldoet aan de verplichting om het kernnetwerk voor 2030 van ERTMS te

voorzien. Dit is gemeld aan de Europese Commissie en ook zo opgenomen in het Nederlandse Nationale Implementatie Plan (NIP) voor ERTMS dat elke lidstaat van Europa verplicht moet opstellen. Op dit moment leveren de realisatie van baanvak EKB en de Zeeuwse lijn binnen Tranche 1 een bijdrage aan de verplichtingen voor 2030. Kijfhoek-Belgische grens zal naar verwachting echter niet in 2030 gereed zijn. Voor andere TEN-T corridors zoals de Brabantroute, Utrecht- Arnhem - Duitse Grens en Amsterdam-Hengelo-Bad-Bentheim zal ontheffing moeten worden aangevraagd.

2.7 De markt, de EU en de partners in het programma hebben behoefte aan duidelijkheid

Voor marktpartijen is duidelijkheid en betrouwbaarheid over de scope en het tempo van de uitrol van ERTMS belangrijk, zodat zij kunnen investeren in kennis en capaciteit. In een recent georganiseerde marktdialoog door de Programmadirectie (in Q4 2025) gaven ingenieursbureaus, aannemers, ICT- en systeemleveranciers aan dat zij behoefte hebben aan meer perspectief en een voorspelbare samenwerking. Door een herijking naar aanpak in tranches, het besluit over Tranche 1 en het temporiseren van de van de scope kunnen gedane investeringen onderbenut blijven.

De afgelopen jaren heeft Nederland richting de EU de uitrolplanning een aantal keer naar achter bijgesteld en de scope teruggebracht. Van koploper is Nederland nu achterblijver in Europa geworden.

Ondertussen investeren de Staat, vervoerders en materieleigenaren in de ombouw van materieel. Deze investering heeft alleen zin als er meer kilometers met ERTMS worden gerealiseerd. Daarnaast hebben lenW en ProRail veel geld, tijd en aandacht geïnvesteerd in het ERTMS Level 2-only concept voor de infrastructuur— een investering die pas effectief wordt wanneer ERTMS op grotere schaal wordt toegepast. Het is daarom belangrijk om nu duidelijkheid te bieden en voortgang te blijven maken met de landelijke uitrol, zodat deze investeringen op een goede manier kunnen worden ingezet.

3 Lerende aanpak als antwoord op besluiten in onzekerheid

De implementatie van ERTMS brengt een fundamenteel planningsdilemma met zich mee. Om een tijdige landelijke uitrol mogelijk te maken, moeten we nu besluiten nemen over investeringen, technologiekeuzes en uitvoeringsstrategieën waarvan de effecten zich pas over vele jaren manifesteren. Tegelijkertijd zal de (Europese) context veranderen in deze periode, zowel op technologisch en organisatorisch vlak. Dit maakt dat het toekomstige ERTMS-landschap binnen de ontwikkelingen van het spoor slechts beperkt voorspelbaar is. Besluiten worden daarmee genomen in een omgeving met veel dynamiek, onzekerheid en onderlinge afhankelijkheden. De opgave vraagt daarom om een manier van sturen waarin enerzijds richting en stabiliteit worden geboden om voortgang te realiseren, en anderzijds ruimte blijft om keuzes aan te passen wanneer nieuwe inzichten of ontwikkelingen daarom vragen. Dit hoofdstuk beschrijft beknopt hoe dat invloed heeft op de aanpak van het programma.

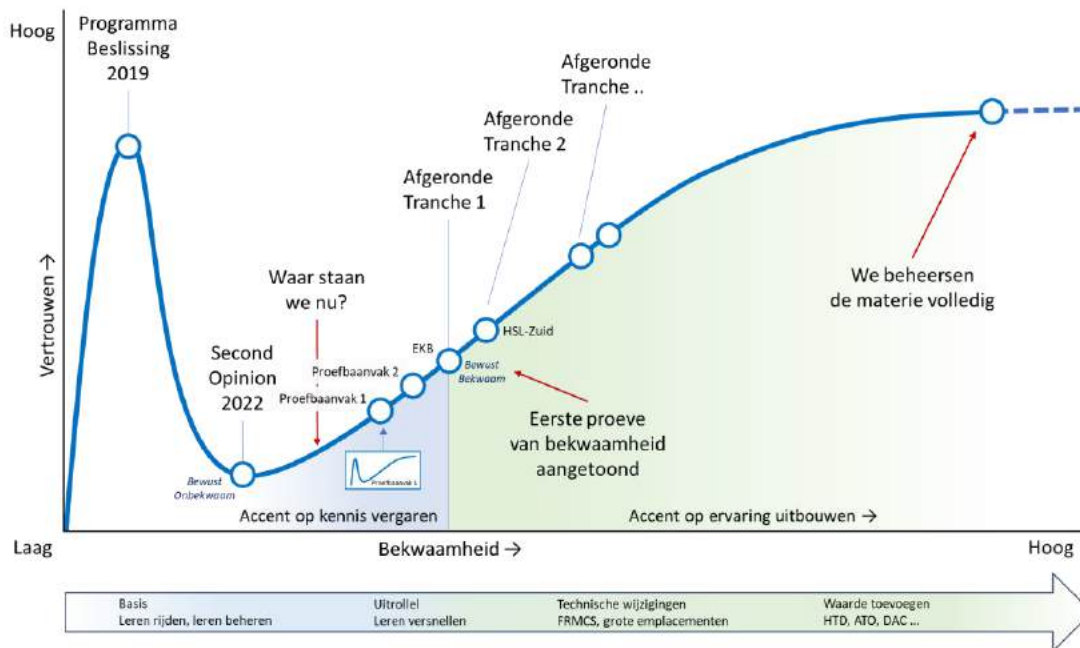
3.1 Besluiten in onzekerheid

Zoals blijkt uit hoofdstuk 2, is de druk om te handelen hoog. Afwachten met het definiëren van volgende stappen totdat Tranche 1 volledig gereed is, is geen optie. De sector moet vooruitkijken en voorbereidingen treffen voor volgende fasen van de implementatie, terwijl onderdelen van de eerste tranche nog in uitvoering zijn. Er zijn keuzes nodig terwijl praktijkervaring nog groeit en lessen zich nog moeten vormen, zowel in binnen- en buitenland. Sommige vraagstukken zijn goed te analyseren en plannen, terwijl andere zich pas in de praktijk uitkristalliseren. De aanpak van het programma combineert daarom analyse en planning met experimenteren, leren en bijsturen. Om dit leerproces inzichtelijk te maken, wordt verwezen naar de leerfasen van Maslow en het Dunning-Kruger-effect (Zie Figuur 1). Deze modellen laten zien hoe kennis en bekwaamheid zich ontwikkelen naarmate ervaring wordt opgedaan.

Waar in 2019 de gedachte was dat de implementatie van ERTMS een redelijk vastomlijnde opgave was op basis van bewezen technologie, werd in de periode tot aan 2023 steeds duidelijker dat het DNA van de opgave anders is: het betreft een sectorbrede transitie.

Het programma bevindt zich momenteel in de opgaande fase van deze leercurve. Het succesvol afronden van Tranche 1 vormt daarbij een belangrijk ijkpunt: wanneer het vervoerssysteem op het traject Kijfhoek–Belgische grens stabiel functioneert, is de beoogde proeve van bekwaamheid bereikt. Daarbij moet worden benadrukt dat het leerproces niet lineair verloopt. Hoewel op sectorniveau een stijgende lijn zichtbaar is, doorlopen afzonderlijke projecten – zoals proefbaanvak Harlingen Haven – Leeuwarden – hun eigen leercurve met tussentijdse uitdagingen voordat verdere verbetering optreedt.

Ook na Tranche 1 is het leerproces niet voltooid. Daarna volgt de fase waarin de sector moet leren ERTMS op grotere schaal snel en effectief te implementeren. In latere fasen verschuift het leerproces ook naar het toepassen van nieuwe technologieën zoals FRMCS en het eventueel benutten van innovaties zoals ATO (Automatic Train Operation), wat het mogelijk maakt om meer treinen te laten rijden. Het stadium waarin de sector 'volleerd' is, wordt bereikt wanneer het vervoerssysteem soepel functioneert en het beheren, aanpassen en verbeteren onderdeel is geworden van de dagelijkse routine. Besluitvorming binnen het programma richt zich daarom niet alleen op het maken van keuzes voor een toekomstig systeem, maar ook op het stapsgewijs organiseren van leren en aanpassing tijdens de transitie.



Figuur 1 Illustratief: De leerfasen van Maslow en de leercurve van Dunning-Kruger

3.2 Lerende aanpak

Zoals beschreven in paragraaf 3.1. opereert het programma ERTMS in een omgeving met een hoge mate van onzekerheid, dynamiek en onderlinge afhankelijkheden. Om in deze context effectief besluiten te kunnen nemen, kan gebruik worden gemaakt van het Cynefin framework (zie Figuur 2). Dit raamwerk helpt om verschillende typen vraagstukken te onderscheiden en de bijbehorende besluitvormingsaanpak daarop af te stemmen. In het programma komen alle situaties voor. 'Ingewikkelde' technische vraagstukken rondom systeemintegratie, infrastructuur en specificaties vragen vaak om analyse en expertise, terwijl vraagstukken rondom samenwerking tussen partijen, technologische ontwikkelingen en internationale afhankelijkheden zich kenmerken door complexiteit en onzekerheid. Het raamwerk ondersteunt daarmee het bewust kiezen van een passende manier van sturen en besluiten nemen.

In complexe situaties, waar oorzaak-gevolgrelaties niet vooraf volledig te overzien zijn, adviseert het Cynefin-raamwerk om te werken met een aanpak van experimenteren, leren en bijsturen (proberen – observeren – reageren). Voor de uitrol van ERTMS betekent dit dat niet alle stappen vooraf volledig vastgelegd kunnen worden en dat het programma ruimte moet bieden voor adaptief werken en het benutten van nieuwe inzichten uit de praktijk en uit andere landen. Door ervaringen systematisch te evalueren en te vertalen naar volgende fasen van de implementatie, kan het programma zich stapsgewijs ontwikkelen en beter omgaan met onzekerheden. Zo ondersteunt het raamwerk een besluitvormingsproces dat zowel robuust als flexibel is, en dat past bij de transitieopgave en de onzekere omgeving waarin ERTMS wordt gerealiseerd. De lerende aanpak vertaalt zich hier daarom in de opgave om vanuit de urgentie die er is voor de landelijke uitrol de eerste betekenisvolle stappen te gaan zetten om een ambitie te gaan realiseren, terwijl er ook nog ruimte is om opgedane inzichten en ontwikkelingen in Tranche 1 te verwerken.

| | |
|---|--|
| Complex Er zijn veel onbekende factoren, en de oorzaak – gevolgrelatie is niet (vooraf) te weten <i>Proberen – observeren – reageren</i> | Ingewikkeld Er is een oorzaak-gevolg relatie maar deze is gecompliceerd en niet voor iedereen duidelijk <i>Zien – analyseren – reageren</i> |
| Wanorde | |
| Chaotisch Er is geen duidelijke oorzaak-gevolg relatie, alles lijkt in beweging <i>Handelen – observeren – reageren</i> | Simpel Oorzaak en gevolg zijn duidelijk <i>Zien – categoriseren – reageren</i> |

Figuur 2 Het Cynefin-raamwerk

Dit heeft voor de aanpak van Tranche 2 en verder geleid tot een voorgestelde aanpak bestaande uit twee delen. Enerzijds bestaat de voorgestelde aanpak uit het bepalen van een gezamenlijke ambitie voor de volledige landelijke uitrol van ERTMS voor 2040. Deze ambitie geeft richting aan de volgende stappen voor de uitrol, maar vormt geen vastomlijnd plan. Dit komt doordat de gezamenlijke partijen in het programma weten we dat op dit moment niet alle benodigde randvoorwaarden op voorhand ingevuld kunnen worden. Anderzijds bestaat de voorgestelde aanpak uit het starten van a) concrete activiteiten waarmee randvoorwaarden verder onderzocht en ingevuld kunnen worden en b) een aantal onderdelen van de realisatie van de landelijke uitrol die om een relatief beperkte investering vragen, maar waarmee wel de eerste stappen van de uitrol worden gezet.

Er moet sectorbreed worden samengewerkt om vraagstukken op het gebied van maakbaarheid, wendbaarheid en financierbaarheid in samenhang met elkaar verder vorm te geven. In het afgelopen jaar heeft het programma ervaren dat het te snel vragen van zekerheden (Weten we zeker dat het maakbaar is? Weten we zeker of het financierbaar is?) verlamd op de voortgang kan werken. Zonder een toezegging of medewerking van de ene partij, kan de andere partij ook niet verder. We konden dergelijke kip-ei discussies doorbreken door de onzekerheden te benoemen en in deze fase te accepteren. Dit vraagt de komende periode om een zorgvuldige balans tussen snelle besluitvorming over nieuwe tranches en het verder uitwerken van resterende onzekerheden.

Hieruit volgt ook een andere kijk op wat een tranche is. Daar waar in 2024 nog veelal gesproken en gedacht werd over een volgende tranche als één of meer projecten waarmee baanvakken worden omgebouwd en in dienst gesteld, hebben we de definitie van een tranche bijgesteld naar: 'een pakket werkzaamheden'. Deze kunnen bestaan uit een mix van studies, voorbereidende werkzaamheden, ontwikkelingen, aanleg van ERTMS in bepaalde gebieden, eventueel in combinatie met indienststelling op één of meer baanvakken. De sectorpartijen in het programma bereiden zich gezamenlijk voor op de volgende tranches, waarbij steeds wordt afgewogen wat noodzakelijk is én wat haalbaar blijft binnen een veranderende context.

De afweging over ambitie en koers voor de uitrol zijn beschreven in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 6 staat een beschrijving van de eerste stappen.

4 Afweging ambitieniveau treinbeveiligingsopgave

Gegeven de opgave die op de sector afkomt (Hoofdstuk 2) en het dilemma van het 'niet weten' (Hoofdstuk 3) is de vraag of het verstandig is de huidige werkwijze voort te zetten, of dat andere handelingsperspectieven overwogen moeten worden. Daarbij kan worden gedacht aan het tijdelijk pauzeren van het programma om te wachten op meer stabiele technologische standaarden, of juist aan het versnellen van de uitrol via een andere uitvoeringsstrategie. In dit hoofdstuk worden deze opties verkend. Om meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor versnelling zijn ook verschillende scenario's van versnelling verkend.

Dit hoofdstuk bevat een samenvatting van de verschillende handelingsperspectieven die zijn beschouwd en het voorstel voor de ambitie en koers voor de landelijke uitrol. Een nadere uitwerking van de uitgevoerde verkenning is opgenomen in Bijlage D .

4.1 Handelingsperspectieven

I: Voortzetten van de werkwijze uit Tranche 1

Deze optie houdt vast aan de huidige werkwijze: het baanvaksgewijs vervangen van de bestaande treinbeveiliging door ERTMS Level 2 (ERTMS-only) waarbij de huidige beveiliging wordt verwijderd. In de huidige aanpak wordt per baanvak een project gedefinieerd. Voor dit baanvak wordt vervolgens een ontwerp gemaakt door ingenieursbureaus, wordt de ombouw en testen en ingebruikname aanbesteed. Een belangrijk deel van de kosten - bijna de helft - wordt besteed aan het leggen van kabels en leidingen. Qua doorlooptijd wordt ongeveer de helft besteed aan voorbereiding (ontwerp en aanbesteding) en ongeveer de helft aan uitvoering. Een belangrijk voordeel van deze optie is dat de sector vertrouwd is met deze aanpak. De huidige processen, contractvormen en beschikbare capaciteit zijn ingericht op deze werkwijze, waardoor de directe uitvoeringsrisico's voor één project vergelijkbaar zijn met de huidige situatie. Daarnaast kan voortzetting van de huidige koers bijdragen aan het geleidelijk verder opbouwen van operationele ervaring met ERTMS-implementaties.

Tegelijkertijd kent deze optie belangrijke nadelen. Het uitroltempo blijft achter en op basis van de huidige aanpak wordt verwacht dat de landelijke implementatie pas tussen 2060 en 2070 is afgerond. Daarmee blijft de vervangingsopgave van de bestaande treinbeveiliging langdurig bestaan, met risico's voor de betrouwbaarheid en continuïteit van het spoorstelsel. We zetten hiermee de afspraken met regio's en Europese verplichtingen verder onder druk. Daarnaast leidt het lage tempo tot inefficiënties in de uitvoering. Wanneer baanvakken, waarvan de bestaande beveiliging het einde van de levensduur bereikt, niet tijdig met ERTMS worden uitgerust, zal vervanging van 'oud' door 'oud' noodzakelijk zijn. Dit brengt dubbele werkzaamheden en hogere kosten met zich mee en zorgt voor groeiende risico's omdat technologie steeds slechter te verkrijgen is en kennis steeds schaarser wordt. Hier loopt de invoering van FRMCS als vervanger van GSM-R nog doorheen. Er zal steeds meer aandacht moeten uitgaan naar het in stand houden van de bestaande techniek. Dit zal steeds meer ten koste gaan van de invoering van ERTMS. Deze zal daarmee in zijn geheel stil kunnen komen te liggen. Verder is in de afgelopen jaren geïnvesteerd in objecten, opleidingen en de ombouw van infrastructuur en materieel. Door de gekozen koers voort te zetten kan op deze investeringen beperkt worden voortgebouwd. Door het lage uitroltempo zullen treinen lange tijd met ERTMS rondrijden, terwijl het netwerk maar voor een beperkt deel van ERTMS is voorzien.

Concluderend: doorgaan volgens de huidige aanpak lijkt uitvoerbaar en beheersbaar vanuit het perspectief van de aanleg van individuele ERTMS-projecten maar kent een zeer lange doorlooptijd. Hierdoor ontstaan na 2030 grote risico's voor de betrouwbaarheid en continuïteit van het spoorstelsel.

II: Terug naar de tekentafel: wachten op andere technologische oplossingen

Een tweede optie is het heroverwegen van de gekozen koers. Daarbij kan worden gedacht aan het pauzeren van het programma na Tranche 1 om te wachten op meer volwassen technologische standaarden, of aan het onderzoeken van alternatieve technologische oplossingen, zoals dual signalling (vergelijkbaar met Hanzelijn zowel ATB als ERTMS op een baanvak aanleggen) of andere migratiestrategieën.

Het belangrijkste argument voor deze optie is dat toekomstige technologische ontwikkelingen mogelijk efficiëntere oplossingen, kostenvoordelen of minder hinder kunnen bieden. Met name voor vervoerders kan het aantrekkelijk lijken om te wachten tot een latere generatie ERTMS-standaarden beschikbaar is, om te voorkomen dat materieel meerdere keren moet worden aangepast. Daarnaast kan geleerd worden van ervaringen in andere landen.

In beiden gevallen (wachten of inzetten op andere technologische toepassingen) zal de implementatie van ERTMS na Tranche 1 stilstaan. Tegenover de mogelijke voordelen staan daarom aanzienlijke nadelen, deels overlappend met handelingsperspectief 1:

- Het is onwaarschijnlijk dat de technologische standaarden ooit volledig stabiel zullen worden. In IT-gedreven systemen zoals ERTMS, blijven systemen zich ontwikkelen. Wachten op volledige stabiliteit kan daardoor leiden tot langdurig uitstel zonder duidelijk eindpunt.
- Daarnaast betekent het pauzeren van de uitrol dat er geen praktijkervaring wordt opgedaan met de implementatie en exploitatie van ERTMS in Nederland. Zoals benadrukt in de second opinion is juist deze ervaring essentieel om technische, organisatorische en operationele vraagstukken in de praktijk te kunnen oplossen.
- Uitstel heeft, net als handelingsperspectief 1, gevolgen voor de continuïteit van het spoorstelsel. ATB-systemen zijn al verouderd en de beschikbaarheid van onderdelen, kennis en onderhouds capaciteit zal naar verwachting verder afnemen. Hierdoor lopen de kosten op en nemen de risico's voor de betrouwbaarheid van het stelsel en daarmee voor de continuïteit van de operatie toe.
- Verder kan uitstel negatieve effecten hebben op het marktperspectief. Wanneer realisatie van ERTMS wordt gepauzeerd in afwachting van een nieuwe koers, ontstaat onzekerheid bij leveranciers over toekomstige opdrachten, waardoor de markt mogelijk capaciteit en expertise prioriteert naar andere landen/projecten.
- Ervaringen uit andere landen laten zien dat koerswijzigingen vaak leiden tot vertraging. Landen die vasthouden aan een consistente strategie bouwen doorgaans sneller ervaring op en kunnen hun uitroltempo uiteindelijk verhogen. België is hiervan een voorbeeld: daar is het gehele netwerk inmiddels van ERTMS (zij het wel in verschillende systeemversies en levels) voorzien.

Concluderend: hoewel wachten voordelen zou kunnen bieden, zijn deze onzeker en waarschijnlijk beperkt. Daartegenover staan duidelijke nadelen voor betrouwbaarheid, continuïteit, kosten en marktperspectief. Deze optie biedt daarom geen robuust handelingsperspectief.

III: Versnellen van de landelijke uitrol door andere werkwijze

Gegeven de opgave in hoofdstuk 2 is onderzocht wat ervoor nodig is om te versnellen. Hierbij is een landelijke uitrol voor 2040 als ambitie gehanteerd. We hebben gekeken naar verschillende mogelijkheden om de uitrol van ERTMS te versnellen: naar het optimaliseren van de huidige baanvaksgewijze aanpak, naar een landelijke aanpak waarbij de wijze van aanleggen van ERTMS in de infrastructuur grondig wordt gewijzigd (zie ook C.1) en naar een combinatie van deze twee door prioriteit te geven aan het realiseren van ERTMS op de SAAL-corridor, vanwege de bestuurlijke afspraken conform de baanvaksgewijze aanpak en vervolgens – deels parallel – met een andere uitvoeringsstrategie te gaan werken. Deze vergelijking is in Bijlage D verder uitgewerkt. De analyse laat zien dat focus op een nieuwe landelijke aanpak het beste perspectief geeft om de uitrol voor 2040 af te kunnen ronden.

Door het tempo te verhogen zal de vervangingsopgave van de bestaande beveiliging eerder worden afgerond en kunnen investeringen in verouderde technologie zoveel mogelijk worden vermeden. Dit kan marktpartijen een aantrekkelijker perspectief bieden, omdat zij hun investeringen kunnen richten op toekomstvast oplossingen in plaats van op dubbele systemen. Daarnaast kunnen consistente opdrachten in combinatie met langdurige samenwerkingsrelaties, marktpartijen stimuleren om te investeren in capaciteit en innovatie. Ook kunnen Europese verplichtingen rondom ERTMS-implementatie in deze optie eerder worden gerealiseerd.

Vanzelfsprekend kent een versnelling via een nieuwe aanpak risico's. Een versnelde aanpak van aanleggen van ERTMS in de infrastructuur vereist een andere manier van organiseren en uitvoeren dan de huidige baanvaksgewijze methode. Dit vraagt aanpassingen in processen, contractvormen en marktcapaciteit. Alleen het versnellen van wijze van uitrol zelf is niet voldoende om een versnelling te kunnen realiseren. Er zijn meerdere dossiers waarin keuzes moeten worden gemaakt om een versnelling maximaal mogelijk te maken. (Deze dossiers zijn beschreven in Bijlage C). Andere maatgevende keuzes zijn bijvoorbeeld het tijdig opwaarderen van ERTMS op de bestaande ERTMS baanvakken, zodat nieuwe ERTMS baanvakken hiermee gekoppeld kunnen worden, het inzetten van gerichte innovaties om de uitrol sneller en goedkoper te maken.

Ook de financiering van de landelijke uitrol spelen een belangrijke rol. Hoewel een snellere uitrol naar verwachting tot lagere totale kosten leidt, worden deze kosten wel in kortere tijd gemaakt. De middelen die hiervoor benodigd zijn in de periode tot en met 2040 zijn op dit moment nog niet beschikbaar (Zie hoofdstuk 5). Het grondig aanpassen van de huidige werkwijze kost voorbereidingstijd en inspanning. Hierdoor kan het eerstvolgende

baanvak na EKB mogelijk later met ERTMS in gebruik genomen dan met de baanvaksgewijze aanpak. Echter doordat het tempo van aanleg hoger is, is de landelijke uitrol eerder gereed.

Daarnaast blijven enkele complexe vraagstukken bestaan, zoals de toekomstige migratie van materieel naar FRMCS. Versnelling lost deze vraagstukken niet automatisch op.

Ook bij een versnelling van de uitrol zullen de bestuurlijke afspraken om eind 2032 hoogfrequent te gaan rijden onder druk blijven staan. De meeste in hoofdstuk 2 beschreven factoren die ervoor zorgen dat de tijds implementatie van ERTMS op deze corridor onder druk staat blijven hoe dan ook aan de orde.

Concluderend: versnelling biedt belangrijke voordelen om de continuïteitsrisico's en ondoelmatige investeringen te voorkomen, maar vraagt een fundamenteel andere uitvoeringsstrategie en brengt organisatorische risico's met zich mee.

4.2 Voorgestelde koers en consequenties

De vergelijking van de drie opties laat zien:

- Optie I lijkt vanuit ERTMS perspectief beheersbaar en uitvoerbaar, maar is traag en daardoor risicovol voor continuïteit en leidt uiteindelijk tot te hogere kosten.
- Optie II biedt met grote waarschijnlijkheid geen reëel voordeel en vergroot risico's door uitstel. Standaarden zullen altijd evolueren. Bovendien wordt er in deze optie geen ervaring opgedaan.
- Optie III biedt het laagste risicoprofiel voor de continuïteit en naar verwachting de laagste totale kosten. Het brengt wel aanzienlijke organisatorische risico's en een grote financieringsvraag voor de kortere termijn met zich mee.

De afweging wijst uit dat terug naar de tekentafel (Optie II) naar verwachting weinig oplevert en aanzienlijke risico's en onvoldoende tempo met zich meebrengt. Het realiseren van een versnelling (Optie III) biedt op vele vlakken grote voordelen. Daarnaast dient gekeken te worden of en hoe aan de grote financieringsvraag voldaan kan worden.

Een consequentie van optie III is dat nog geen besluiten (kunnen) worden genomen over de planning van indienststelling van specifieke baanvakken. De focus ligt eerst op het starten van een landelijke aanpak. De aanpak bij optie III heeft daarmee gevolgen voor stakeholders. Bijvoorbeeld voor de goederenvervoerders die op duidelijkheid wachten op de Brabantroute. Dit geldt ook voor de partijen rondom de SAAL-corridor. Daarom is deze keuze ook van invloed op het lopende proces over het herzien van de bestuurlijke afspraken met de regio.

Er wordt nu nog geen inhoudelijk richting voor de invoering van FRMCS in materieel of infrastructuur voorgesteld. Hiervoor is nog te veel onzeker. Het jaar 2026 wordt gebruikt om de opties en mogelijkheden eerst verder uit te werken. Deze onzekerheden worden besproken op Europees niveau. De verdere stappen in Nederland zijn afhankelijk van wat er in Europa besloten gaat worden. De onzekerheden voor de invoering van FRMCS bevinden zich voornamelijk op het gebied van compatibiliteit van materieel en infrastructuur. Daarnaast is er onvoldoende beeld van de financiële haalbaarheid.

Naar verwachting leidt een versnelling van de uitrol tot lagere totale kosten voor treinbeveiliging, door efficiëntere uitvoering en het beperken van de omvang van de ATB-vervangingsopgave. De financiering van de versnelling vraagt echter in de periode tot 2040 meer middelen dan nu beschikbaar zijn.

Duidelijk is dat het realiseren van de beoogde versnelling geen eenvoudige opgave is en ook niet alle problemen weg zal nemen. We zullen samen met marktpartijen en sectorpartijen moeten onderzoeken hoe dit het beste kan worden vormgegeven.

5 Financiën, sturing en beheersing

Dit hoofdstuk bevat een overzicht van de financiën rondom de landelijke uitrol. Achtereenvolgens worden kosten, beschikbare middelen en de financiële opgave, gevolgd door wat dit betekent voor de werkwijze en beheersing.

5.1 Kosten

De uitrol is – ook financieel - een samenhang tussen instandhouding van oud, implementatie van nieuw en, uiteindelijk ook, instandhouding van nieuw.

Als onderdeel van de in 2022 uitgevoerde studie naar de landelijke uitrol ERTMS is een kostenmodel gemaakt waarin de kosten voor ombouw naar ERTMS en instandhoudings- en vervangingskosten van de bestaande beveiliging en ERTMS in de infrastructuur zijn opgenomen. In het model kunnen kosten worden doorgerekend voor verschillende scenario's waarin het tempo van aanleg van ERTMS varieert.

Recent is de informatie uit deze analyse aangevuld, waarbij grove aannames zijn gemaakt over de effecten van de planning van Tranche 1 en het temporiseren van baanvakken. Ook is in de analyse een eerste inschatting gemaakt van kosten aan bijvoorbeeld de materiele zijde voor nieuwe ERTMS-versies en in het bijzonder voor de materieelplanning. Deze informatie staat in onderstaande tabellen.

| Scenario Baanvaksgewijs In mrd. (€) | 2025-2030 Per jaar | 2031-2039 Per jaar | 2040-2050 Per jaar | Totaal |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| Kosten infra | 0,36 | 0,53 | 0,51 | 12,6 |
| Kosten upgrade materieel, en nieuwe centrale ontwikkelingen | 0,05 | 0,13 | 0,10 | 2,6 |
| Totaal kosten | 0,41 | 0,66 | 0,61 | 15,2 |

Tabel 1 Overzicht van grove geschatte kosten van baanvaksgewijze variant ERTMS (NB: de cijfers tellen niet exact op: dit komt door afrondingsverschillen)

| Scenario Versneld In mrd. (€) | 2025-2030 Per jaar | 2031-2039 Per jaar | 2040-2050 Per jaar | Totaal |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| Kosten infra versneld | 0,38 | 0,81 | 0,20 | 11,8 |
| Kosten upgrade materieel, en nieuwe centrale ontwikkelingen | 0,05 | 0,13 | 0,10 | 2,6 |
| Totaal kosten versneld | 0,43 | 0,94 | 0,30 | 14,4 |

Tabel 2 Overzicht van grove geschatte kosten van versnellingsvariant ERTMS (NB: de cijfers tellen niet exact op: dit komt door afrondingsverschillen)

In de kosten zijn niet alleen de uitvoeringskosten van implementatie van ERTMS opgenomen. Ook het onderhoud in huidige treinbeveiliging (inclusief onwenselijke maar mogelijk noodzakelijke (des)investeringen in ATB) is hierin opgenomen, net als de instandhouding van ERTMS na aanleg. Uit de analyse blijkt dat de kosten in een versnellingsscenario bijna een miljard goedkoper lijken te zijn dan bij een baanvaksgewijze uitrol. Dit is waarschijnlijk een onderschatting. Er wordt uitgegaan van de prijzen van treinbeveiliging nu, en niet van twee moeilijk te prognosticeren ontwikkelingen. Enerzijds zal oude techniek voor ATB steeds moeilijk beschikbaar zijn omdat fabrieken sluiten, experts met pensioen gaan en verbindingen tussen oude en nieuwe techniek steeds moeilijker te handhaven zijn, waardoor de kosten van scenario 'baanvaksgewijs' verder kunnen stijgen. Dit heeft een nog niet-gekwantificeerd prijsopdrijvend effect. Anderzijds leidt het opschalen van de ERTMS uitrol tot mogelijke synergie en op dat vlak eerder tot lagere kosten voor het scenario 'versneld'. De afgelopen jaren is dit laatste echter nog niet gebleken en dit zal zeer samenhangen met aanvullende functionaliteitseisen en stabiliteit van versies en baselines. Zodoende is het verschil tussen de twee scenario's waarschijnlijk groter dan nu berekend, in het voordeel van de versnelde aanpak.

Deze inschattingen zijn per definitie indicatief. Daarom is in dit stadium volstaan met een analyse die is opgesteld op prijspeil 2024. Op hoofdlijnen is nu een beeld ontstaan van de opgave die de komende jaren op de sector afkomt. Met het actualiseren van plannen in de komende jaren zal ook de financiële opgave steeds concreter

worden. De analyse is op dit moment voldoende om te zien welk scenario het voordeligste uitkomt en om een inschatting te maken van de benodigde middelen de komende jaren.

5.2 Middelen

Al bij de programmabeslissing in 2019 is rekening gehouden met de financiering van de landelijke uitrol na de programmascope in 2030. Uitgangspunt was toen dat na 2030 de resterende baanvakken zouden worden vervangen met ERTMS in lijn met de vervangingsnoodzaak en dat hierbij de middelen voor instandhouding van treinbeveiliging uit de lange termijnreeks voor exploitatie, onderhoud en vernieuwing (EOV) benut kon worden. Toen was al duidelijk dat dit niet voldoende zou zijn. ERTMS is duurder in onderhoud dan ATB en ook zal in praktijk bij de ombouw niet precies de instandhoudingsbehoefte kunnen worden gevolgd. Daarmee is destijds ook besloten om vanaf 2030 ieder jaar in het Mobiliteitsfonds (MF) ca. € 100 mln. te reserveren (structureel) voor deze meerkosten.

Inmiddels zijn er twee ontwikkelingen met betrekking tot deze reservering. De studie landelijke uitrol die in 2022 is uitgevoerd heeft duidelijk gemaakt dat deze extra reservering onvoldoende zou zijn om de oplopende kosten en breder wordende opgave te dekken. Het kabinet heeft daarom besloten de reservering vanaf 2039 op te hogen naar ca. € 300 mln. per jaar (structureel), zodat er gegeven de onzekerheden voorlopig voldoende armslag zou zijn om de ERTMS en digitaliseringsslag te kunnen faciliteren. Op dit moment was al inzichtelijk dat dit naar de toenmalige inzichten onvoldoende zou zijn om alle voorziene kosten te dekken, maar wel om beheerst met de landelijk uitrol te starten.

Ten opzichte van de programmascope uit 2019 is er aanvullend besloten tot het aanpassen van, en later het verplaatsen van, het proefbaanvak Hanzelij. In beide gevallen was sprake van scope-aanpassing met extra kosten. Die extra kosten zijn gedekt uit de reservering voor de landelijke uitrol, wat verklaarbaar is, omdat de betreffende baanvakken ook later in de uitrol daadwerkelijk omgebouwd moesten worden. Deze onttrekkingen leiden ertoe dat de reservering op artikel 11 van MF inmiddels € 788 mln. bedraagt (begroting 2026). Bij de begroting 2027 is na extrapolatie van het Mobiliteitsfonds opnieuw een verhoging met ca. € 300 mln.

5.3 Opgave

Wanneer prognoses en middelen met elkaar geconfronteerd worden, ontstaat op twee wijzen een spanning. Ten eerste blijkt uit de doorrekening dat wanneer alle kosten tot en met 2050 van de beschikbare middelen (uitgaande van structurele reserveringen) worden afgetrokken, er € 2,6 mrd. te weinig middelen zijn. Daarnaast leidt de verhoging van structurele reserveringen vanaf 2039 ertoe dat er relatief veel budget voorzien is na 2040, terwijl vóór 2040 de meeste uitgaven voorzien zijn. In het geval van het scenario versnelling betekent dit dat ca. € 2,7 mrd. een decennium eerder nodig is dan beschikbaar. Opgeteld leidt dit tot een opdruk van € 5,3 mrd. in de periode 2025 tot 2040. In de periode daarna overstijgen de voorziene reserveringen de behoefte, wat het tekort tot 2050 dempt. Dit is weergegeven in onderstaande tabel.

| Overzicht kosten en middelen In mrd. (€) | 2025-2030 | 2031-2039 | 2040-2050 | Totaal |
|---|-----------|-----------|-----------|--------|
| Kosten | 2,6 | 8,5 | 3,3 | 14,4 |
| Middelen | 2,0 | 3,8 | 6,1 | 11,8 |
| Delta | -0,6 | -4,7 | +2,7 | -2,6 |

Tabel 3 Overzicht kosten en beschikbare middelen versnellingsvariant ERTMS (NB: de cijfers tellen niet exact op: dit komt door afrondingsverschillen)

Het is belangrijk om deze inzichten in het juiste perspectief te zetten, er zijn namelijk vier nuances bij te plaatsen:

- De resultaten zijn een inschatting op basis van voorlopige aannames. Dit is hierboven beschreven.
- Het vaststellen van de ambitie is het startschot van uitwerking, maar nog niet een uitgewerkt beleidsvoornemen. In de uitwerking wordt duidelijk wanneer daadwerkelijk middelen nodig zijn en wordt bezien of dit haalbaar is.
- Voor de versnellingsaanpak geldt ook een voorbehoud op maakbaarheid en financiering. Beide zijn op dit moment onzeker, maar zonder een gezamenlijke ambitie is uitwerking niet mogelijk gebleken. De ambities geven houvast om de komende tijd met de markt en binnen de begrotingskaders de mogelijkheden te onderzoeken.

- De uitwerking zal in stappen gedetailleerder worden. Hierboven wordt het globale perspectief geschetst, maar in de onderstaande paragrafen wordt nader ingegaan op de beoogde werkwijze, sturing en beheersing.

5.4 Werkwijze en effecten

De nieuwe manier van werken brengt, net als in de huidige werkwijze onzekerheden met zich mee over uitvoerbaarheid, financierbaarheid, capaciteit van de markt, beschikbare buitendienststellingen, de mate waarin het realisatieproces snel genoeg kan worden aangepast en technische keuzes. Tegenslagen in de beginfase zijn dan ook niet uit te sluiten. Er is nog onduidelijkheid over belangrijke randvoorwaarden - zoals financiering van de versnelling, benodigde capaciteit bij ProRail, besluitvorming over de strategie voor de centrale systemen (CSS-strategie), FRMCS inpassing en doelmatige ATB-ervanging - die gezamenlijk bepalen of versnelling haalbaar is en of het huidige inzicht, dat versnelling effectiever en betaalbaarder is, stand houdt. De komende periode moet hier stap voor stap meer duidelijkheid worden gecreëerd, aansluitend bij de lerende aanpak.

Een gevolg van deze koers is dat er nu geen besluit wordt genomen over de planning van de indienststelling van specifieke baanvakken. Het programma focust zich nu eerst op het starten van de landelijke aanpak. Ook wordt de precieze keuze en volgorde voor indienststelling van baanvakken nog niet gemaakt. Dit geldt ook voor de SAAL-corridor. Mede door de ontwikkelingen in Tranche 1 is al duidelijk dat de ambitie om in dienstregelingsjaar 2033 met ERTMS een hoogfrequentie dienstregeling te rijden nauwelijks te halen zal zijn. Het programma kiest nu ook nog geen inhoudelijke richting voor de invoering van FRMCS in materieel of infrastructuur. Het programma wil eerst beter zicht krijgen op de mogelijkheden en risico's. Er is op dit moment nog te veel onduidelijk. We nemen daarom eerst de tijd om de opties en mogelijkheden verder uit te werken.

5.5 Sturing en beheersing

Bij stapsgewijze besluitvorming hoort ook een adaptieve sturing en beheersing. Financiering voor de vervolgotranches van de landelijke uitrol van ERTMS is gereserveerd op artikel 11 van het Mobiliteitsfonds. Bij het vaststellen van een tranche wordt het benodigd budget overgeboekt naar het ERTMS programmabudget op artikel 17. Vervolgens wordt het in stappen vrijgegeven op basis van plannen van aanpak van de sectorpartijen die gevalideerd zijn door de Programmadirectie. Een voorziening op programmaniveau wordt apart geadmistreerd en volgens de geldende mandaatregeling beschikbaar gesteld.

De beschikbaar gestelde budgetten worden onderdeel van het programma, bestuurd binnen de governance van ERTMS en hierover zal ook in de voortgangrapportages worden gerapporteerd. Uitzonderingen zijn hierop mogelijk, waarbij gedacht kan worden aan de aanpassing van de HSL, die bestuurd wordt via de HSL governance, met inhoudelijke sturing van de programmasturing van ERTMS.

De landelijke uitrol van ERTMS is al sinds de Programmabeslissing deels gemotiveerd door de vervangingsbehoefte van bestaande systemen. In het kader van de landelijke uitrol wordt bekeken of hier meer synergie te behalen valt, door oude componenten door nieuwe te vervangen die ook onder ERTMS bruikbaar zijn. Daarom valt een deel van de opgave onder de reguliere beheer- en onderhoudskosten. Uitgangspunt is om voorlopig de investeringen in ERTMS, en andere eventueel toe te voegen scope, vanuit artikel 11 via artikel 17 te financieren. Reguliere instandhouding van de treinbeveiliging geschiedt via artikel 13 en de EOv. Dit geldt voor zowel ATB instandhoudingen (ook de zogenaamde oud-voor-oud-ervangingen) als voor het in stand houden van ERTMS na aanleg. Hoe dit aansluit op de beschikbare middelen wordt geadmistreerd en doorlopend gemonitord, zodat de behoefte, beschikbare middelen en financieringsstromen op elkaar aansluiten. Afhankelijk van de ATB-ervangingsreeksen binnen het EOv/BKN en het exacte tempo van veroudering van de bestaande installaties is bij realisatie van ERTMS-onderdelen wel of geen bijdrage aan de EOv noodzakelijk vanuit artikel 17. Dit zal de komende tijd moeten worden uitgewerkt tussen ProRail en IenW.

6 Aanpak in de steigers: Tranche 2 en 3

De komende jaren hebben we nodig om deze nieuwe aanpak uit te werken. In dit hoofdstuk wordt nader toegelicht hoe we willen gaan starten.

Er zijn werkpakketten vastgesteld die onderverdeeld zijn in twee tranches. Tranche 2 is een uitvoeringstranche met daarin de opwaardering van de HSL-Zuid. Tranche 3 is een voorbereidende tranche met daarin de werkzaamheden om de randvoorwaarden voor de versnelde landelijke uitrol verder in te vullen. De voorgestelde scope voor Tranche 3 bestaat uit werkpakketten met het karakter van verkenning, onderzoek en voorbereiding op realisatie. Hiermee scherpt het programma de randvoorwaarden voor uitvoeren van de strategie verder aan en aan en realiseert met Tranche 2 tegelijkertijd de eerste onderdelen ervan.

De aanvullende programmakosten voor het uitvoeren van deze werkpakketten zijn geschat tussen de € 100 en € 200 mln. Deze kosten moeten worden gefinancierd uit verschillende bronnen: de reservering voor landelijke uitrol in het Mobiliteitsfonds, de -door lenW- voor HSL aangevraagde middelen in het Mobiliteitsfonds en de bestaande budgetpost voor de voorbereiding van Tranche 2 in het programmabudget. Een aantal activiteiten wordt uitgevoerd vanuit de reguliere programmaorganisatie en bestaande budgetten.

De komende periode worden de werkpakketten verder uitgewerkt in plannen van aanpak. Budget wordt pas vrijgegeven na beoordeling en goedkeuring van een plan van aanpak. Dit verloopt via het reguliere proces van het programma.

De tabellen in de volgende paragrafen bevatten een nadere beschrijving van de werkpakketten.

6.1 Tranche 2: Uitvoering

| Dossier | Beschrijving |
|-----------------------|---|
| Baseline 2 – HSL-Zuid | <ul style="list-style-type: none"> • Intentie opwaarderen ERTMS op de HSL: Intentie om op te waarderen voor 2031 om continuïteit van vervoer te waarborgen en zodat HSL-Zuid geen blokkade vormt voor keuzes in indienststellingsstrategie, om levensduur te verlengen en de aansluiting van HSL-Zuid op Brabantroute en SAAL mogelijk te maken. De scenario's worden in de komende periode verder uitgewerkt |

Tabel 4 Nadere beschrijving van Tranche 2

6.2 Tranche 3: Voorbereiden realiseren van de ambitie 2040

| Dossier | Beschrijving |
|------------------------|---|
| Ombouw infrastructuur | <ul style="list-style-type: none"> • Maken Landelijk ontwerp als eerste stap van het realisatieproces. • Uitbreiding ProRail-capaciteit (FTE's) in 2026 als voorbereiding op het nieuwe realisatieproces. Zowel voor het landelijke team als voor de onderdelen waar nu capaciteitsknelpunten bestaan, zoals het team AM centrale systemen. • Voorbereiden realisatieplan • Voorbereiden marktbenaderingsstrategie • Uitvoeren van gerichte levensduur verlengende maatregelen en ATB-vervangingen waar noodzakelijk. Doe dit zoveel mogelijk voorbereid op ERTMS. Een voorwaarde voor het ERTMS-voorbereid vervangen is de implementatie van EULYNX. |
| Indienststelling ERTMS | <ul style="list-style-type: none"> • Voorbereiden indienststellingsstrategie. Uitgaande van zoveel mogelijk olievlekwerking, vervangingsbehoefte van de huidige beveiliging, toekomstige capaciteitsbehoefte en de prioriteiten uit de TEN-T verordening. |
| CSS strategie | <ul style="list-style-type: none"> • Afronden CSS-strategie en het voorbereiden van de besluitvorming, waarbij onder andere wordt gekeken naar het optimaal benutten van reeds gedane investeringen en het opstellen van een marktbenaderingsstrategie. |

| Dossier | Beschrijving |
|---|---|
| FRMCS | <ul style="list-style-type: none"> • Inzetten op verlengen van beheer van GSM-R om ruimte te maken voor invoering ERTMS en FRMCS. Het huidige beheercontract loopt af in 2032. • Verdiep invoeringsstrategie van FRMCS. |
| Baseline 2 – Overige baanvakken | <ul style="list-style-type: none"> • Bereid besluitvorming voor op basis van scenario's. Ga uit van tijdig opwaarderen of vernieuwen om continuïteit te waarborgen en om blokkades in uitrol te voorkomen in lijn met indienststellingsstrategie, de toekomstige CSS-strategie en de keuze voor HSL-Zuid. |
| Ombouw Materieel | <ul style="list-style-type: none"> • Gebruik zoveel mogelijk het materieel Tranche 1 bij de volgende indienststellingen • Breng de resterende materieelopgave in kaart voor de landelijke uitrol, in combinatie met de inzichten vanuit het dossier FRMCS |
| Wettelijke verplichtingen en bestuurlijke afspraken | <ul style="list-style-type: none"> • Afstemmen met de regio over de SAAL-corridor. Voer de, reeds gemaakte afspraken met de regio uit. Deze moeten in H1 2026 leiden tot een gezamenlijke besluitvorming over ERTMS op de SAAL-corridor. • Verdiep het ontwerp van SAAL, doe dit in synergie met het project landelijk ontwerp. We willen kennis van SAAL in stand houden, zolang de bestuurlijke afspraken ongewijzigd blijven. Baseer vervolgbesluitvorming in ieder geval op de indienststellingspakketten, waarover later besloten wordt. • Licht de strategie toe in Europa, zodat ontheffing wordt verleend af te wijken van de invoeringsdata uit de TEN-T verordening |
| Innovatie | <ul style="list-style-type: none"> • Voortzetten onderzoek en voorbereiding besluit tot start specificatie van HTD in CSS in 2027 • Bereid besluit EULYNX voor (onderdeel van ERTMS-voorbereid gericht vervangen) |

Tabel 5 Nadere beschrijving van Tranche 1

Bijlage A Achtergrond

ERTMS staat voor 'European Rail Traffic Management System'. Het is een geavanceerd concept voor treinbeveiliging, waarbij informatie over snelheden en remafstanden via een digitaal systeem aan de machinist wordt doorgegeven. Het is een Europees systeem dat ook in onze buurlanden wordt uitgerold, zodat op termijn naadloos - zonder de noodzaak tot onderbrekingen zoals wisselen van materieel of systemen - over de grenzen kan worden gereden. Met de invoering van ERTMS volgen we de verplichtingen die voortvloeien uit de Europese regelgeving: de TSI CCS en de TSI OPE.

Met de invoering van ERTMS wordt het bestaande spoorbeveiligingssysteem vervangen. Het bestaande spoorbeveiligingssysteem Automatische Treinbeïnvloeding (ATB) is toe aan vervanging en staat de verdere ontwikkeling van het spoorwegsysteem in de weg. Met ERTMS introduceren we een digitaal, robuust en toekomstbestendig beveiligingssysteem dat hoogfrequent spoor kan faciliteren. Daarmee realiseren we een wezenlijke systemsprong in de treinbeveiliging.

Dit hoofdstuk biedt relevante achtergrondinformatie over de invoering van ERTMS en de besluitvorming die daarover in het verleden heeft plaatsgevonden.

2012-2013 – Commissie Kuiken – Principebesluit en Startbeslissing

De Tijdelijke Commissie Onderhoud en Innovatie Spoor (Commissie Kuiken) concludeerde in 2012 al dat 'het treinbeveiligingssysteem huidige Automatische Treinbeïnvloeding (ATB) niet de prestaties levert die er in de 21^e eeuw van worden verlangd, dat de ontwikkeling van treinbeveiliging in Nederland in een impasse is beland en dat er voldoende aanknopingspunten zijn om te besluiten tot invoering van ERTMS. ERTMS biedt niet alleen een hoger niveau van veiligheid, maar ook meer mogelijkheden voor benutting van het bestaande spoor en flexibelere aansturing van het treinverkeer^I.

In haar reactie op de bevindingen van de Commissie heeft de toenmalige minister van Infrastructuur en Milieu, op 8 juni 2012 het principebesluit tot invoering van ERTMS genomen. Vervolgens is op 13 februari 2013 met de Railmap ERTMS versie 1.0 de startbeslissing genomen voor de Verkenningfase ERTMS.

2013-2014 – Verkenningfase - Voorkeursbeslissing ERTMS

In april 2014 nam het kabinet de Voorkeursbeslissing ERTMS^{II}. Hiermee werd de verkenningfase afgesloten. Besloten werd om in te zetten op ERTMS Level 2 only en om eerst het materieel en daarna de infrastructuur gereed te maken. Een belangrijk uitgangspunt in de Voorkeursbeslissing is dat bij de invoering van ERTMS de overlast voor reizigers en verladers zo klein mogelijk moet zijn. Tal van maatregelen in het Programma ERTMS zijn er daarom op gericht deze hinder te beperken.

2015–2019 – Planuitwerkingsfase - Programmabeslissing

In deze periode werd de Voorkeursbeslissing uitgewerkt tot een plan. Er werd gewerkt aan de programmatische inrichting, kaders en samenwerkingsovereenkomsten met spoorpartijen. De Planuitwerkingsfase werd afgesloten met de Programmabeslissing^{III}.

Het kabinet besluit om voor 2050 landelijk ATB door ERTMS te vervangen. Deze vervanging en modernisering van ATB door ERTMS is een grote lange termijnopgave. De Programmabeslissing beschrijft de vervanging van ATB door ERTMS in de periode tot en met 2030. Dit is de eerste stap van de landelijke invoering van ERTMS. Kabinet Rutte-III besloot de eerste fase, de zogenaamde basisinvestering of programma ERTMS, te financieren en daarnaast te sparen voor de landelijke uitrol na deze eerste fase. Onderdeel van de basisinvestering waren:

- Ontwikkeling van het centrale veiligheidssysteem;
- Ombouw van ca. 1250 treinen;
- Aanpassingen aan processen & ICT- systemen;
- Opleiding van personeel;
- Uitrol op 7 baanvakken;
- Inrichting van proefbaanvakken.

^I Tijdelijke commissie onderhoud en innovatie spoor, Rapport Parlementair onderzoek onderhoud en innovatie spoor, 2012

^{II} Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, Brief Spoorbeveiligingssysteem European Rail Traffic Management System (ERTMS), 2014

^{III} Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, Programmabeslissing ERTMS, 2019

2019-2021 – Realisatiefase

Vanaf 2019 werd de werkwijze van het programma verder ingericht en lag de focus op het opstarten van de projecten voor ombouw materieel, de realisatie van het CSS en andere centrale systemen, de opleiding voor personeel en ombouw van infrastructuur. In deze fase is er een aantal scopewijzigingen geweest, bijvoorbeeld de toevoeging van de Noordelijke lijnen (2021).

2022 Studie landelijke uitrol

In 2022 voert de Programmadirectie ERTMS in opdracht van het ministerie van IenW een studie uit naar de verdere, landelijke uitrol van ERTMS. In deze studie zijn verschillende scenario's voor de geografische uitrol van ERTMS verkend, waarbij rekening gehouden werd met stakeholderbelangen. Een inschatting werd gemaakt van zowel de kosten voor de landelijke uitrol als de kosten voor verlenging van de levensduur van het bestaande ATB-systeem. Uitgangspunt van deze studie was dat de scope van de basisinvestering tijdig zou zijn gerealiseerd. De conclusie van deze studie is dat met de huidige aanpak de landelijke uitrol niet eerder dan in 2056 klaar zou zijn en dat een versnelling nodig is om de ambitie van het kabinetsbesluit te realiseren. Na het vaststellen van Tranche 1 werd duidelijk dat het startpunt van de landelijke uitrol anders is dan bij deze studie. De inzichten uit deze studie zijn gebruikt als input voor de studie voor Tranche 2 en verder.

2023/2024 – Second Opinion en herziening aanpak

Gaande realisatie groeiden de knelpunten in de planning en bleek dat het budget niet meer toereikend was om de basisinvestering uit te voeren. In de 19^e voortgangsrapportage werd gemeld dat de planning meer dan een jaar achter liep en het budgettekort was opgelopen tot € 1 – 1,5 mrd. Dit was aanleiding voor de staatssecretaris om een second opinion uit te voeren.

Een commissie van experts op het gebied van de implementatie van ERTMS of vergelijkbare systemen in andere landen voerde in 2023 een second opinion uit op de aanpak van het programma. De commissie was kritisch op de Nederlandse aanpak. Ervaringen in andere landen tonen aan dat de invoering van ERTMS niet zonder slag of stoot verloopt. Alles overziende oordeelde de commissie dat Nederland de implementatie van ERTMS te optimistisch inziet.

De commissie adviseerde dat er meer mandaat en hands-on sturing nodig is op alle niveaus om de programmadoelen te bereiken. Dit vraagt volgens de commissie om een strak gedefinieerde opgave, frequentere en meer kwantitatieve rapportage en doorlopende monitoring. Ook benadrukte zij het belang van kennis en ervaring om meer uitvoeringsgericht te werken. Daarnaast adviseerde de commissie om tempo te maken met de uitrol en zo snel mogelijk de nodige ervaring op te doen, zodat uitloop en kostenstijgingen zoveel mogelijk worden beperkt. Dit advies is onder meer vertaald in een stapsgewijze aanpak door te werken in tranches.

2025 – Vaststelling Tranche 1

In maart 2025 is de scope van Tranche 1 vastgesteld door de staatssecretaris van IenW^{IV}. Het doel van Tranche 1 is het aantonen van de goede werking van ERTMS Level 2 (system version 2.1) op een druk baanvak met gemengd vervoer. In dat kader houdt Tranche 1 in:

- Generieke voorbereiding: waaronder we verstaan aanpassingen van processen en organisaties, het ontwikkelen van generieke systemen, zoals CSS, GSM-R en plansystemen.
- Materieel en personeel: Materieeleigenaren (zoals NS, Arriva, goederenvervoerders, vervoerende aannemers) maken hun materieel geschikt om met ERTMS te rijden. Qbuzz koopt nieuw materieel dat uitgerust is met ERTMS. De vervoerders leiden hun personeel op om met ERTMS te kunnen werken.
- Realisatie van infrastructuur en indienststelling van het vervoersysteem met ERTMS: Validatie en integratie van systemen, materieel en infrastructuur moeten een werkend vervoersysteem opleveren. De sectorpartijen voeren samen de integratie, validatie, test- en proefbedrijf en indienststelling van het vervoersysteem met ERTMS uit.

Per indienststelling groeit de complexiteit. Er wordt gestart met het eerste proefbaanvak Harlingen Haven – Leeuwarden, gevolgd door de rest van de Noordelijke lijnen. Na het eerste proefbaanvak volgt het tweede proefbaanvak op de Zeeuwse lijn en uiteindelijk sluit Tranche 1 af met het complexe baanvak Kijfhoek – Belgische grens (EKB). De realisatie van ERTMS voor de corridors Schiphol – Amsterdam – Almere – Lelystad (SAAL), Hanzelijn, Utrecht - Meteren en de Brabantroute zijn getemporeerd. Ondertussen analyseert de sector welke onderdelen van de landelijke uitrol het beste in een volgende tranche kunnen worden opgenomen. Met het

^{IV} Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, Brief 22^e voortgangsrapportage ERTMS, 2025

Tranche 1-besluit verschuift het proefbaanvak van de Hanzelijn naar de Zeeuwse lijn (2025). Daarnaast zijn er twee TSI-updates doorgevoerd in het programma (2019 en 2023). Voorbereidingen op Tranche 2 zijn expliciet onderdeel van de vaststelling van Tranche 1.



Bijlage B Werkwijze

Voor het definiëren van Tranche 2 is een gestructureerde en transparante werkwijze ontwikkeld. Het uitgangspunt was dat strategische keuzes worden onderbouwd met relevante informatie en scenarioanalyses. Hiermee kunnen impact en risico's van de verschillende mogelijkheden inzichtelijk worden gemaakt en kunnen er keuzes gemaakt worden op basis van beschikbare informatie en analyses. Om dit te realiseren zijn eerst strategische dossiers gedefinieerd, deze zijn gebruikt om mogelijke scenario's te schetsen en hiermee verschillende tranchevarianten op te stellen.

Samenwerking en organisatie

De uitrol van ERTMS raakt veel partijen. Daarom is nauwe samenwerking tussen sectorpartijen essentieel geweest bij de definitie van Tranche 2. Zowel de inhoudelijke analyses als het vaststellen van kaders en richting zijn gezamenlijk uitgevoerd door vertegenwoordigers van de betrokken organisaties, ondersteund door de Programmadirectie ERTMS.

In 2025 is hiervoor een programmeerorganisatie ingericht. Via werkgroepen – gericht op strategische dossiers en competenties – is de voortgang bewaakt en de samenhang geborgd. Een gezamenlijk scenarioteam stuurde op de voortgang, consolideerde de resultaten van de werkgroepen en bereidde de besluitvorming voor.

Strategische context

De strategische context van Tranche 2 en de verdere landelijke uitrol is in de eerste helft van 2025 uitgebreid verkend en in de tweede helft van 2025 aangevuld met nieuwe inzichten. In een verkenning van de brede context zijn strategische onderwerpen onderzocht, zoals: wensen en prioriteiten van betrokken stakeholders, de huidige uitgangssituatie en lessen uit Tranche 1.

Strategische dossiers

Vanuit deze context is het vraagstuk opgesplitst in negen strategische dossiers, die richtinggevend zijn voor de te maken keuzes en het handelingsperspectief. Dit zijn: financiën, ombouw infrastructuur, indienststelling ERTMS, CSS-strategie, FRMCS, Baseline 2-baanvakken, ombouw van materieel, bestuurlijke afspraken en innovatie.

Voor de samenhang tussen ombouw infrastructuur, indienststelling ERTMS en financiën bepaalde de kaders voor de landelijke uitrol. Elk dossier is verdiept om inzicht te krijgen in de noodzakelijke keuzes. Deze inzichten vormen een bottom-up analyse van de opgaven die op ons afkomen. Voor elk dossier zijn werkgroepen ingericht die voortdurend inzichten opbouwen ten behoeve van de ERTMS-uitrol.

Richting en scope

Het scenarioteam heeft in de eerste helft van 2025 scenario's ontwikkeld die inzicht geven in de samenhang en de consequenties van keuzes in de strategische dossiers. Op basis van deze scenario's heeft het scenarioteam in de tweede helft van 2025 mogelijke tranchevarianten opgesteld, opgebouwd uit combinaties van keuzes binnen de strategische dossiers.

Afwegingskader alternatieven

Om de mogelijke varianten op een transparante manier af te wegen, is een afwegingskader gehanteerd. Dit kader helpt om de relatieve verschillen tussen scenario's en tranchevarianten inzichtelijk te maken.

Bijlage C Maatgevende dossiers

De programmaorganisatie heeft acht onderwerpen, zogenaamde strategische dossiers onderkend waarmee rekening moet worden gehouden bij het verder ontwikkelen van de plannen voor de landelijke uitrol. Uit de analyse die is uitgevoerd bleek dat deze dossiers een grote inhoudelijke samenhang hebben. Voor een coherente uitrolstrategie moeten samenhangende keuzes in deze dossiers gemaakt worden.

De geïdentificeerde dossiers zijn:

- Ombouw infrastructuur;
- Indienststelling ERTMS;
- CSS-strategie;
- Baseline 2-baanvakken;
- Invoering FRMCS;
- Ombouw materieel;
- Wettelijke verplichtingen en bestuurlijke afspraken;
- Innovatie.

In deze bijlage worden de verschillende dossiers toegelicht en wordt aangegeven welke keuzes in samenhang bijdragen aan het versnellen van de uitrol en wat de consequenties van deze keuzes zijn.

Naast deze inhoudelijke dossiers is de financiering van de landelijke uitrol van een versnelling van belang. De financiële situatie voor de landelijke uitrol en de consequenties van een versnelling zijn in hoofdstuk 5 beschreven.

C.1 Ombouw infrastructuur

Beschrijving

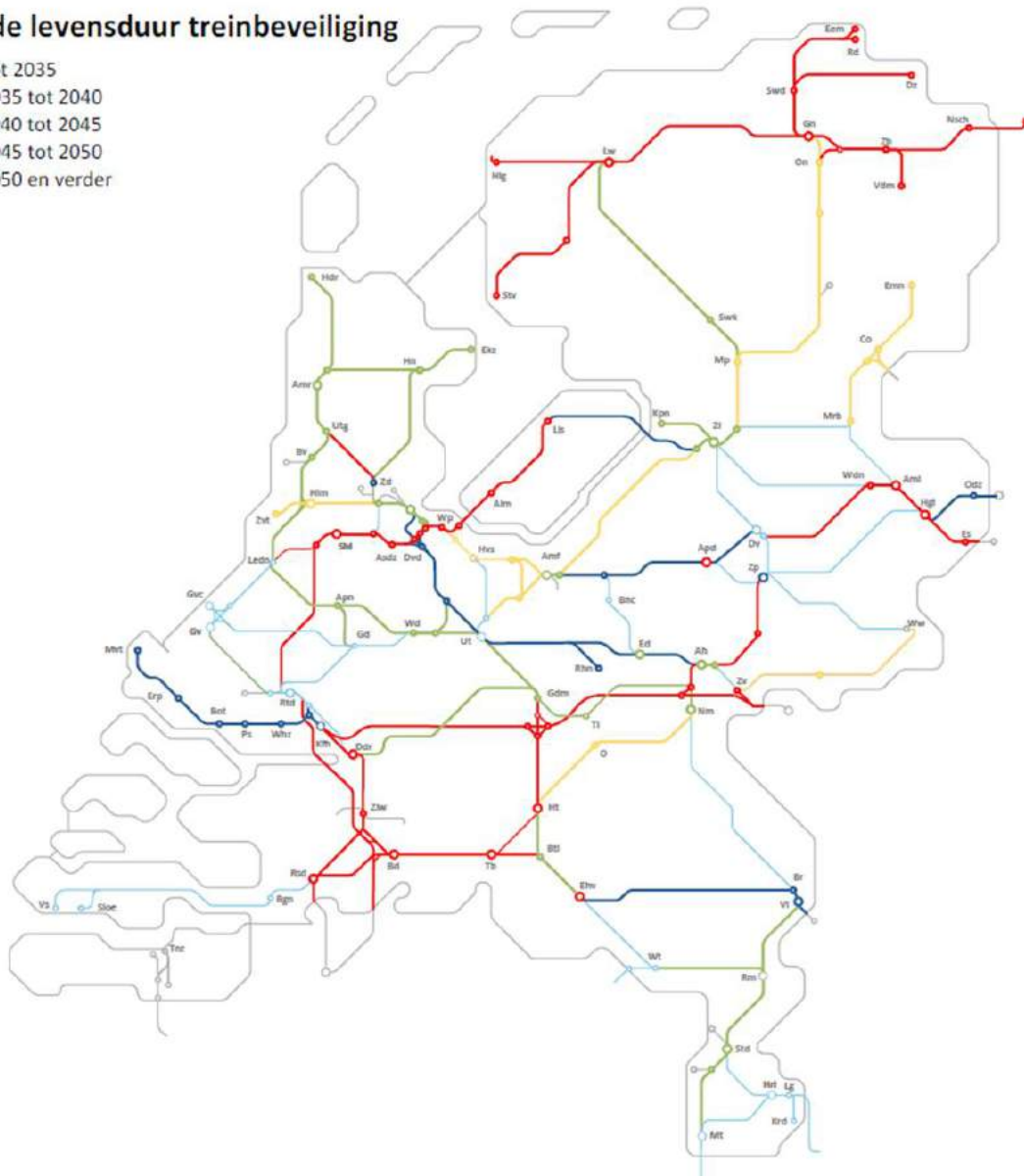
De installaties van de treinbeveiliging staan voor een omvangrijke vervangingsopgave. Meerdere systemen naderen het einde van hun levensduur. Dit geldt voor alle verschillende onderdelen van de huidige installatie.

- De treindetectie met zogenaamde spoorstroomlopen, die nog werken op relaistechnologie. De treindetectie geeft aan de centrale beveiliging door welke zogenaamde secties van het spoor bezet zijn door een trein. Bij de invoering van ERTMS worden deze installaties vervangen door zogenaamde assentellers.
- De ATB installaties, die grotendeels nog werken op relaistechnologie. Deze geven via elektrische pulsjes door de spoorrails door aan de trein wat de maximale snelheid is waarmee de trein mag rijden. Op basis van dit signaal geeft de installatie in de trein waarschuwingssignalen aan de machinist, of wordt de trein stilgezet wanneer de trein te hard rijdt of een rood sein passeert. Bij de invoering van ERTMS wordt dit vervangen door enerzijds de on-board unit in de trein (zie ombouw materieel) en anderzijds de ERTMS-installatie in de infrastructuur die de rijtoestemming via GSM-r aan de trein doorgeeft.
- De interlocking (ook wel IXL) installaties die deels nog werken op relaistechnologie en deels op computertechnologie (zoals VPI en EBS, in sommige gevallen al 30-40 jaar oud). Een interlocking bewaakt de veilige route voor een trein door te waarborgen dat wissels in de juiste stand staan, er geen andere treinen op de route zijn (op basis van de informatie van de treindetectie) en stelt de seinbeelden en snelheden in. Met de invoering van ERTMS wordt de interlocking en de communicatie tussen interlocking, treindetectie en wissels ook vervangen.
- Bekabeling: voor de huidige installaties worden nu koperkabels gebruikt. In de nieuwe situatie zal deze grotendeels door glasvezel worden vervangen.
- Energievoorziening: de bovengenoemde systemen worden gevoed door voedingstechnologie die inmiddels verouderd is en steeds moeilijker verkrijgbaar/kostbaarder is (zoals 3 kV/75 Hz technologie).

Een groot deel van deze installaties is tussen 2030 en 2040 aan vervanging toe. Er zijn ook installaties die nog meekunnen na 2040, of zelfs na 2050. Dit is weergegeven in onderstaande figuur.

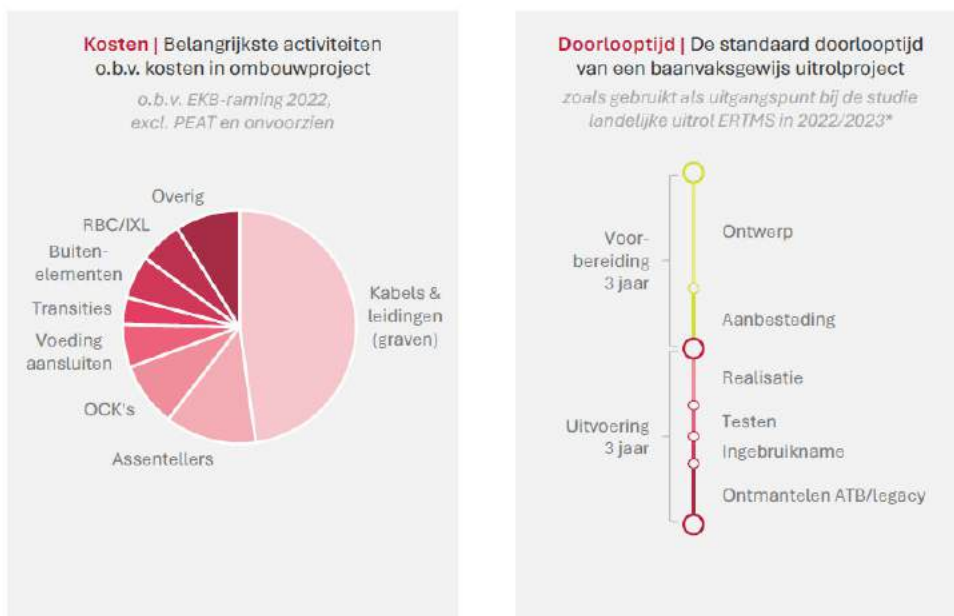
AM einde levensduur treinbeveiliging

- Tot 2035
- 2035 tot 2040
- 2040 tot 2045
- 2045 tot 2050
- 2050 en verder



Figuur 3: Geografische weergave van levensduur van installaties voor treinbeveiliging, startsituatie van de analyse in 2024. Een lijn wordt gekleurd als één van de deelsystemen in de aangegeven periode aan vervanging toe is.

In de huidige aanpak wordt per baanvak een project gedefinieerd. Voor dit baanvak wordt vervolgens een ontwerp gemaakt door ingenieursbureaus, wordt de ombouw en testen en ingebruikname aanbesteed. Een belangrijk deel van de kosten, bijna de helft wordt besteed aan het leggen van kabels en leidingen. Qua doorlooptijd wordt ongeveer de helft besteed aan voorbereiding: het ontwerp en de aanbesteding en ongeveer de helft voor de uitvoering. Figuur 4 geeft dit schematisch weer.



Figuur 4: Verdeling van kosten en tijd bij aanleg van ERTMS

Situatie na Tranche 1

Na afronding van Tranche 1 is het grootste gedeelte van de treinen in Nederland voorzien van ERTMS, is een werkend centraal veiligheidssysteem (CSS) beschikbaar, zijn treindienstleiders en machinisten opgeleid en is aangetoond dat we op het Hoofd Rail Net van het Nederlandse spoornetwerk de dienstregeling kunnen uitvoeren met ERTMS op een druk bereden deel van het netwerk met zowel goederen als reizigersverkeer en met middelgrote emplacementen en stations.

Na de realisatie van Tranche 1 zijn de Noordelijke lijnen, de Zeeuwse lijn en het baanvak Kijfhoek- Belgische grens voorzien van ERTMS. De huidige verwachting is dit gereed is in 2031/2032. Bij de programmabeslissing was voorzien dat in 2031 ook de SAAL corridor, de Brabantroute en Utrecht-Eindhoven voorzien waren van ERTMS. In 2024 is besloten de invoering van ERTMS op deze baanvakken te temporiseren. De focus voor realisatie en het beschikbare budget zijn ingezet voor Tranche 1.

Bij de programmabeslissing was de gedachte dat ERTMS in 2050 volledig uitgerold zou zijn. De programmaorganisatie schat nu in dat met de huidige werkwijze de resterende landelijke uitrol tot 2060-2070 kan duren. Dit trage tempo van uitrol heeft verschillende ongewenste effecten, waardoor tempo van uitrol van ERTMS nog verder afneemt:

- Meer 'oud voor oud' vervangingen. Hoe langer het duurt voor ERTMS is aangelegd, op hoe meer baanvakken (delen) van de bestaande installaties vervangen moeten worden met bestaande verouderende technologie. Hiervoor ontwikkelt ProRail een catalogus met verschillende manieren om ATB te vervangen, zodat de stap naar ERTMS daarna zo doelmatig mogelijk gezet kan worden.
- Stijgende kosten en continuïteitsrisico's voor bestaande technologie. De bestaande technologie stamt soms nog uit de periode vlak na de Tweede Wereldoorlog. Op dit moment al merkt ProRail dat onderdelen en kennis steeds lastiger te verkrijgen zijn.
- Meer capaciteit en geld voor oud voor oud vervangingen zorgt voor minder aandacht en geld voor ERTMS vervangingen. Dit heeft negatieve effecten op onderhoudbaarheid, doelmatigheid en kostenbeheersing.

Keuzes om te kunnen versnellen

Hieronder wordt de beoogde wijze om te versnellen nader toegelicht. De beschreven aanpak zal in de vervolgfase verder worden uitgewerkt in een realisatieplan.

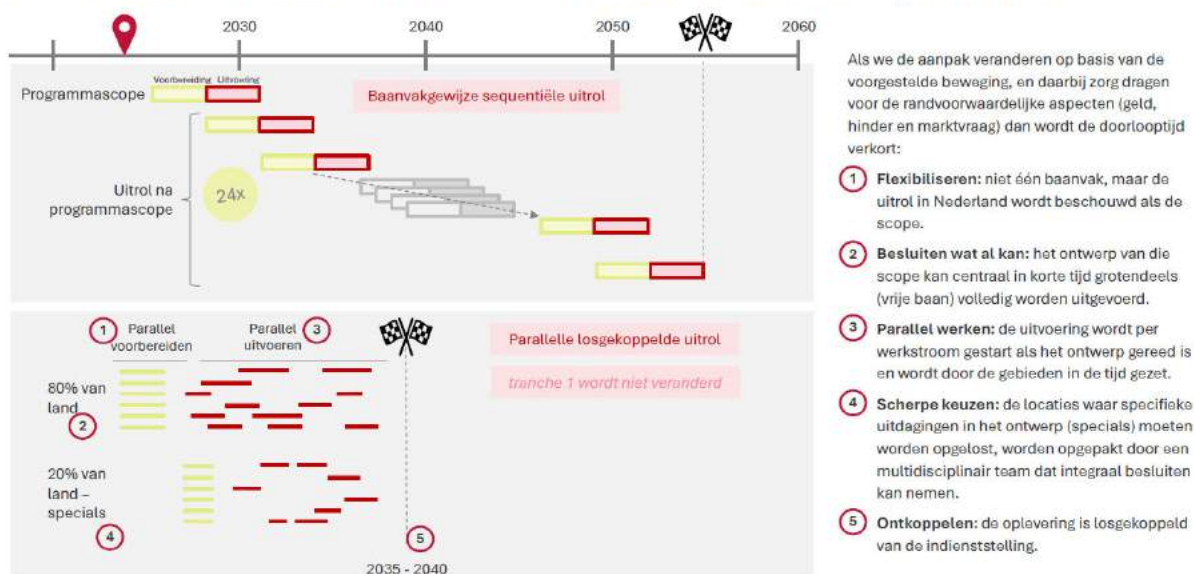
Versnelling is mogelijk door anders naar de opgave te kijken. In plaats van de huidige aanpak per baanvak stellen we voor om de uitrol van ERTMS met een landelijke blik te organiseren. Dat betekent dat het ontwerp en de aanleg van ERTMS in de infrastructuur niet per project wordt uitgevoerd, maar in samenhang over grotere

gebieden wordt gepland. De ERTMS-installaties worden zo efficiënt mogelijk aangelegd naast de bestaande treinbeveiligingsinstallatie. Zodra alle elementen op een deel van het netwerk gereed zijn, kan dit in dienst worden gesteld. We laten hiermee de aanpak van Tranche 1 los waarin een project bestaat uit ontwerp, aanleg en indienststelling van één baanvak.

Één van de maatregelen om te versnellen is om het ontwerp van ERTMS in deze fase landelijk aan te pakken. Dat betekent dat er gestart wordt met het maken van een landelijk ontwerp. Naar verwachting zal het merendeel van dit ontwerp relatief eenvoudige situaties betreffen en daarom snel worden opgesteld via een relatief eenvoudige standaard werkwijze. Tegelijkertijd zal een deel van de infrastructuur te complex zijn voor deze werkwijze omdat dit unieke situaties betreft. Dit zal naar verwachting meer tijd en de inzet van gespecialiseerde experts vergen. Onderdeel van deze aanpak is om het ontwerp vervolgens gedurende de hele periode van landelijke uitrol te beheren en aan te passen op tussentijdse wijzigingen door bijvoorbeeld andere projecten. Hierdoor kan bij de aanleg steeds van een actueel ontwerp worden uitgaan. Tot op welk niveau dit landelijk ontwerp in eerste instantie het beste kan worden uitgewerkt – om te voorkomen dat het meermaals aanpassen hiervan een te kostbare vorm van beheer wordt – moet nader worden uitgezocht.

Tijdens de aanlegfase is het beeld dat het land in gebieden wordt opgedeeld. Dit gebeurt zoveel mogelijk in parallelle werkstromen, op basis van een landelijk ontwerp. Zodra de installatie compleet is, kan een baanvak in dienst gesteld worden. Na indienststelling vindt verwijdering van de oude beveiligingsinstallatie plaats. Een belangrijk aspect van deze aanpak is dat de indienststelling van een baanvak niet direct volgt na de aanleg. Aanleg en indienststelling zijn losgekoppeld.

Schematisch zien de huidige en de voorgestelde nieuwe manier van aanleg van ERTMS als volgt uit:



Figuur 5: Schematische vergelijking tussen de huidige manier van aanleg van ERTMS en de nieuwe voorgestelde nieuwe manier. De gele balkjes zijn ontwerpactiviteiten, de rode balkjes zijn aanlegactiviteiten.

Er is een eerste verkennende analyse uitgevoerd naar de impact van het versnellen van de aanleg van ERTMS op het geheel van de ProRail portfolio, op de treinvrije periodes en op de financiën. Dit laat zien dat er een groei in de omvang van de totale portfolio en in de treinvrije periodes wordt verwacht, al is de exacte groei nog onzeker. Daarom zal vanuit het programma – in goede samenwerking met de relevante marktpartijen – goed gekeken moeten worden naar verschillende maakbaarheidsaspecten zoals de capaciteit van kritische experts en materialen en materieel in de markt. Tegelijkertijd zal met alle stakeholders (vervoerders, IenW, regionale overheden én marktpartijen) het gesprek opgestart moeten worden over de benodigde buitendienststellingen (aantal, duur en timing). Het is van belang dat dit gesprek in een vroeg stadium wordt opgestart, ook al is de exacte omvang van buitendienststellingen nog niet bekend. Tot slot zal ook moeten worden gekeken naar de beschikbaar te maken financiële middelen vanuit IenW.

Ook wordt gewerkt aan een ombouwplan dat het aantal vervangingen met bestaande beveiliging minimaliseert. Deze tijdelijke ingrepen verhogen anders de totale kosten, doordat installaties kort na vervanging opnieuw moeten worden aangepast voor ERTMS.

C.2 Indienststelling ERTMS

Beschrijving

Los van de ombouw van de infrastructuur moeten besluiten over de indienststelling van de infrastructuur worden genomen. Momenteel wordt een baanvaksgewijze manier van indienststelling gebruikt, waarbij ombouw en dienststelling direct na elkaar plaatsvinden. Wanneer we inzetten op de nieuwe manier van ombouwen, is de locatie waar ombouw plaatsvindt niet direct gekoppeld aan de indienststelling van ERTMS. Hierdoor is het de verwachting dat de indienststelling flexibeler, en worden gebieden / corridors ineens in dienst gesteld wanneer alle componenten zijn geplaatst.

Situatie na Tranche 1

Er zijn verschillende drijfveren om te bepalen wat de volgende indienststellingsstappen zijn voor ERTMS na Tranche 1. De belangrijkste hiervan zijn:

- Vervangen van bestaande treinbeveiliging voor het einde van de levensduur door ERTMS
- Intensivering van de dienstregeling waarvoor ERTMS nodig is, bijvoorbeeld op de SAAL corridor
- Voorzien van corridors voor goederen- en reizigersvervoer onder ERTMS, zodat de materieelvloot niet meer voorzien hoeft te zijn van ATB.
- Voldoen aan de eisen van de Europese TEN-T verordening die voorschrijft welke delen van het Nederlandse netwerk voor resp. 2030, 2040 en 2050 van ERTMS moeten zijn voorzien
- Aansluiten op de al met ERTMS indienstgestelde trajecten. Dit wordt ook wel de olievlekwerking genoemd. Hiermee worden operationele overgangen tussen ERTMS en ATB (transities genaamd) voor machinisten geminimaliseerd en sluit de uitrol aan op de logistieke bewegingen van treinen over het Nederlandse spoor netwerk
- Wanneer kan worden aangesloten op de bestaande, opgewaardeerde ERTMS baanvakken.
- Beschikbaarheid van materieel en opgeleid personeel. Met name van een aantal regionale concessies is het materieel in Tranche 1 nog niet voorzien van ERTMS en kan ERTMS daar daarom ook niet direct in de infrastructuur worden uitgerold.

Na afronden van Tranche 1 in 2031/2032 staat er spanning op de verschillende drijfveren voor de indienststelling. De bestuurlijke afspraken die voor de SAAL corridor zijn gemaakt staan onder druk en de TEN-T eisen voor 2030 kunnen niet meer worden gehaald. Tegelijkertijd is een groot deel van de bestaande installaties aan vervanging toe. Bij een trage uitrol van ERTMS wordt de concurrentie tussen deze drijfveren steeds groter en wordt de prioriteitsstelling tussen baanvakken steeds lastiger.

De planning wanneer een volgend baanvak dat met ERTMS in dienst kan worden gesteld is afhankelijk van de realisatie van het baanvak Kijfhoek- Belgische grens en het afronden van het integraal proefbedrijf op het baanvak Kijfhoek- Belgische grens. Op dat moment is duidelijk of de doelen voor Tranche 1 gehaald zijn en kan de indienststelling vervolgd worden. Voorbereidende werkzaamheden, zoals het aanleggen van kabels, assentellers, of balises op andere baanvakken kan wel al eerder plaatsvinden.

Keuzes om te kunnen versnellen

Bij een ambitie om te versnellen worden de keuzes voor de precieze datum indienststelling van een bepaald baanvak minder spannend. De kern is immers de gehele uitrol dan voor 2040 afgerond te hebben. Hoe sneller de uitrol is, hoe minder knelpunten er zijn in de keuze voor de volgende delen van het netwerk om in dienst te stellen.

Daarom is het voor nu logisch om eerst de versnelling verder uit te werken en nog geen onomkeerbare keuzes te maken voor de volgende baanvakken die met ERTMS in dienst gesteld gaan worden. Op basis van de uitkomsten van de uitwerking van andere dossiers, met name de ombouw van de infrastructuur, financiën en Baseline 2- baanvakken kunnen de komende periode eerste versie van een indienststellingsplan gemaakt worden. Dit past in de lerende en wendbare aanpak van het programma. Tegelijk heeft dit als nadeel dat er voor nu onduidelijkheid blijft bestaan voor vervoerders en omgeving. De voorspelbaarheid neemt af en aanpalende ontwikkelingen zoals niet-ERTMS-gerateerde aanpassingen van de infrastructuur, aanschaf van rijdend materieel en perspectief voor kansen die ERTMS biedt, worden later concreet.

C.3 CSS-strategie

Beschrijving

Het Central Safety System (CSS) omvat het centrale rekenhart van de treinbeveiliging met ERTMS, de koppeling met wissels en assentellers en een koppeling met de systemen van de treindienstleiders. CSS-systemen zijn veiligheidskritische, specialistische systemen die maar door een beperkt aantal leveranciers geleverd kunnen worden. Het CSS-systeem is nauw verweven met omliggende systemen, het spoornetwerk zelf en de manier waarop in Nederland de treinenloop wordt bestuurd. Een CSS-systeem voor ERTMS moet daarom altijd ook nog geschikt worden gemaakt voor de specifieke situatie in Nederland.

Bij de programmabeslissing is ervoor gekozen om de verdere uitrol in Nederland te starten met één CSS leverancier, maar ruimte te houden voor de toetreding van meerdere leveranciers.

Als onderdeel van de ombouw naar ERTMS is de ontwikkeling van een CSS gestart. In 2022 is hiervoor door ProRail een contract gesloten met Thales, inmiddels overgenomen door Hitachi. Dit contract omvat het ontwikkelen en leveren van centrale componenten voor ERTMS (de zogenaamde Radio Block Centers – RBC's en Interlockings) en decentrale elementen voor aansturing van wissels, de zogenaamde objectcontrollers en de bakens in het spoor (balises) naast het spoor. Voor de levering van assentellers sloot ProRail een apart contract af, ook met leverancier Hitachi.

Situatie na Tranche 1

Binnen Tranche 1 van de ERTMS-uitrol ontwikkelt Hitachi het CSS voor de baanvakken Noordelijke lijnen, Zeeuwse lijn, Kijfhoek – Belgische grens. Het geschikt maken van het systeem van Hitachi voor het Nederlandse spoor, en de manier waarop we in Nederland ERTMS willen gaan toepassen vergt een intensieve systeemontwikkeling. De huidige raamovereenkomst voor levering van onderdelen voor dit systeem met Hitachi loopt tot mei 2030. Deze overeenkomst kan tweemaal met twee jaar worden verlengd, waardoor de maximale looptijd tot mei 2034 reikt. Binnen deze periode, en binnen de maximale omvang van contract kunnen nieuwe CSS-systemen worden besteld voor andere baanvakken binnen Nederland. Ook na deze periode is het noodzakelijk dat een CSS-systeem beschikbaar is. De uitrol van ERTMS is dan immers nog niet gereed.

Tegelijkertijd bestaan er ook nog ERTMS systemen op de HSL-Zuid, de Betuweroute, Amsterdam-Utrecht, De Hanzelijn en Havenspoorlijn. Deze systemen zijn allen voorzien van een oudere generatie van de ERTMS specificatie. Het zijn installaties die specifiek voor deze lijnen zijn gemaakt en de werking en het gebruik van ERTMS op deze baanvakken wijkt daarmee af van het CSS dat Hitachi nu maakt.

Keuzes om te kunnen versnellen

Om bovenstaande redenen is het nodig een CSS-strategie voor de volgende tranches te ontwikkelen. Deze strategie gaat onder meer in op de volgende vragen:

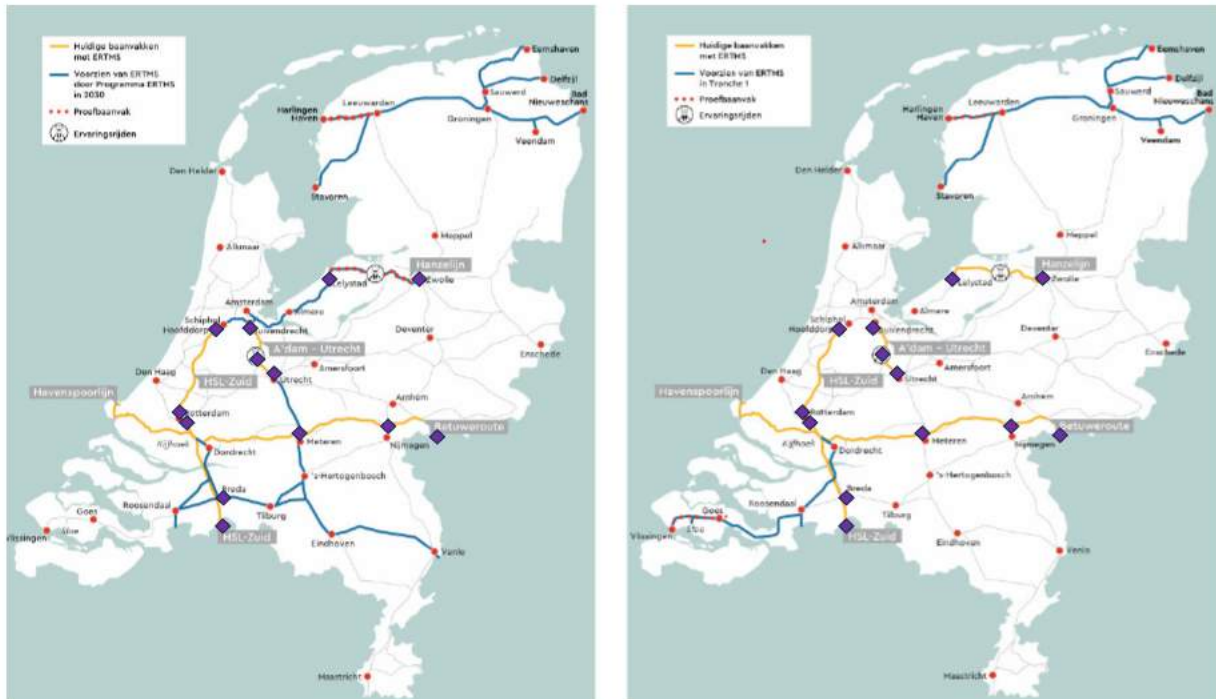
- Wat is de toekomstvisie voor het CSS in Nederland?
- Wat is nodig om in 2040 een landelijk dekkend CSS in Nederland mogelijk te maken, welk aantal CSS-versies is daarin wenselijk?
- Wat is de gewenste CSS-architectuur (mate van integratie van de producten)?
- Welke opties er zijn voor de migratiestrategie, inclusief de vraag hoe deze past binnen de bredere marktbenaderingsstrategie (met aandacht voor het optimaal benutten van reeds gedane investeringen)?
- Welke keuzes zijn er voor opwaardering van de bestaande ERTMS baanvakken zodat deze zijn voorbereid op de toekomst?

De vorming van de CSS-strategie zal een incrementeel proces zijn. Terwijl er op korte termijn op hoofdlijnen een strategie wordt vastgesteld, zullen gaandeweg voor specifieke volgende delen van het netwerk keuzes gemaakt moeten worden. Deze hoofdlijnen en specifiek keuzes beïnvloeden elkaar gedurende de eerste komende tranches en passen binnen een lerende en wendbare aanpak. De strategie op hoofdlijnen moet op korte termijn ondersteunend zijn om keuzes te kunnen maken over hoe om te gaan met de bestaande ERTMS baanvakken (de beschrijving hiervan volgt hieronder).

C.4 Bestaande ERTMS Baseline 2-baanvakken

Beschrijving

De baanvakken HSL-Zuid, Amsterdam – Utrecht, Hanzelijn, Betuweroute en Havenspoorlijn (inclusief Kijfhoek) zijn elk voorzien van een oudere versie van het ERTMS beveiligingssysteem (sv1.0 – 2.3.0d en 2.3.0c). Bij de programmabeslissing was een koppeling voorzien tussen deze bestaande ERTMS baanvakken en de baanvakken die door het programma van ERTMS worden voorzien. Dit staat in onderstaande figuur.



Figuur 6 In de linker figuur geven de blauwe lijnen de programmascope aan voor de herijking van het programma. In de figuur Rechts staat in blauw de huidige scope van Tranche 1. In beide figuren geven de gele lijnen de bestaande ERTMS baanvakken aan. De locaties voor koppelingen met de bestaande baanvakken zijn aangegeven met de paarse ruiten. Op een aantal plekken, zoals bij Breda en Meteren is sprake van meerdere fysieke aansluitingen. In de programmascope voor de herijking waren verschillende koppelingen voorzien met de bestaande ERTMS baanvakken voorzien. Er worden in Tranche 1 geen koppelingen met de bestaande ERTMS baanvakken gerealiseerd.

Situatie na tranche 1

Uit de onderzoeken naar de mogelijkheid om koppelingen aan te leggen en de onderzoeken naar de landelijke uitrol zijn de volgende knelpunten naar voren gekomen:

- De installaties van deze baanvakken zijn in de periode 2030-2035 aan vervanging toe en zijn voorzien van een verouderde ERTMS versie
- De bestaande installaties zijn niet geschikt om te koppelen met het nieuwe systeem. De oude ERTMS versie kende nog geen standaard koppeling en leveranciers geven aan dat het maken van een speciale koppeling, kostbaar en risicovol is en schaarse resources vraagt.
- De bestaande installaties zijn niet geschikt voor de invoering van FRMCS
- Bij veel van de logische stappen voor indienststelling van ERTMS na Tranche 1 is een koppeling met ERTMS op deze baanvakken nodig. Als deze koppeling niet gemaakt kan worden vormen deze baanvakken een blokkade voor de uitrol van ERTMS.

De overkoepelende keuze is of ieder Baseline 2-baanvak een eigen migratiestrategie krijgt en de bestaande installatie dus wordt opgewaarderd of dat voor alle baanvakken gekozen wordt om te bouwen naar het nieuwe CSS van (of een volgend CSS). In het eerste geval zal een koppeling gemaakt moeten worden tussen systemen van de verschillende leveranciers.

Een keuze voor het nieuwe CSS zorgt voor uniformiteit van systemen, maar zorgt ook voor een aanzienlijke inspanning voor de ombouw, waardoor minder capaciteit is om ERTMS op trajecten met oude beveiliging aan te leggen. Het opwaarderen van de bestaande installaties lijkt sneller gereed te kunnen zijn, tegen lagere initiële

kosten, maar leidt er toe dat er, net als nu het geval is, meerdere CSS-systemen in Nederland beheerd moeten worden. Ook leidt het toe de verschillen in gebruik voor machinisten en treindienstleiders nog langere tijd zullen blijven bestaan, met een verhoogd risico op operationele verstoringen.

Een keuze voor specifiek de HSL-Zuid heeft een extra hoge urgentie voor deze keuze door de lopende voorbereiding van het inbeheername-traject van infrabeheerder InfraSpeed naar ProRail voor het aflopen van het huidige beheercontract tussen de Nederlandse staat en infraspeed. De HSL raakt aan de invoering van ERTMS op de SAAL-corridor en de Brabantroute. De Hanzelijn en Amsterdam-Utrecht raken aan de invoering van ERTMS op de SAAL corridor. De Betuweroute raakt aan de invoering van ERTMS op zuidwestboog bij Meteren en daarmee de goederenrouting in Zuid-Nederland die ook met de ontwikkeling van onder meer woningbouw in Brabant samenhangt.

Keuzes om te kunnen versnellen

Om versnelling van de uitrol maximaal te faciliteren is het van belang dat deze baanvakken tijdig voorzien zijn van ERTMS met de nieuwste specificatie en weer vele jaren meekunnen, er geen blokkades zijn voor de uitrol van andere baanvakken met ERTMS en de baanvakken voorbereid zijn op de komst van FRMCS.

In december is gestart met de voorbereiding om installatie van de HSL-Zuid op te waarderen. Een definitieve keuze voor deze aanpak volgt later in 2026. Voor de overige baanvakken zijn de consequenties van de verschillende opties voorbereid en wordt besluitvorming voorbereid. In dit kader wordt ook intensief met Infrabel overlegd omdat een verandering van de ERTMS versie op de HSL ook consequenties heeft voor de grensovergang van de HSL met België.

C.5 Invoering FRMCS

Beschrijving

ERTMS maakt voor het berichtenverkeer tussen de trein en de infrastructuur gebruik van het mobiele communicatiesysteem GSM for Railways (GSM-R). Dit Europees gestandaardiseerde systeem moet vervangen worden door het Future Railway Mobile Communication System (FRMCS).

Vervanging is nodig omdat:

1. GSM-R verouderd is (2G technologie) en op termijn niet meer geleverd/ondersteund wordt door leveranciers.
2. Toepassing van FRMCS wordt voorgeschreven in de toekomstige ERTMS specificatie (CCS TSI).
3. FRMCS gebruikmaakt van 5G-technologie, waarmee verdere digitalisering van het spoor en toepassing van toekomstige functionaliteiten mogelijk wordt gemaakt.

FRMCS verbetert de telecommunicatie als onderdeel van de spoorinfrastructuur en cybersecurity aanzienlijk, en maakt meer digitale datatoepassingen mogelijk. Het vervangen van GSM-R door FRMCS is een flinke opgave voor de gehele spoorsector, die bovendien deels samenloopt met andere systeemspelingen en transitities, zoals de invoering en uitrol van ERTMS.

De FRMCS-specificaties zijn in ontwikkeling, maar nog niet afgerond. Verificatie en validatie van de conceptspecificaties vindt momenteel plaats. Na bewezen volwassenheid zullen de specificaties onderdeel worden van een volgende CCS TSI revisie die is voorzien 2028-2029. Op basis van de huidige inzichten zullen deze aanzienlijke impact hebben op zowel de radioapparatuur als de ERTMS-installaties in trein en baan. De uitrol van FRMCS vereist daarom een nauwkeurige afstemming tussen de implementatie in de trein en op de baan.

Situatie na Tranche 1

Op dit moment zijn veel aspecten ten aanzien van de uitfasering van GSM-R en de migratie naar FRMCS nog niet uitgekristalliseerd. Het is zeker dat GSM-R op afzienbare termijn uit gefaseerd wordt en dat FRMCS de nieuwe Europese standaard wordt. Ook is duidelijk dat op basis van huidige regelgeving FRMCS niet direct compatibel is met materieel en infrastructuur die in Tranche 1 van ERTMS worden voorzien. Dat betekent dat naast het realiseren van FRMCS in het spoorse communicatienetwerk ook alle bestaande ERTMS-installaties geschikt gemaakt moeten worden voor FRMCS

Het huidige beheercontract van het GSM-R netwerk loopt tot en met 2032 en gesprekken over verlengen zijn gestart.

Na publicatie van de nieuwe specificatie in 2028/2029 moeten leveranciers hun producten ontwikkelen en moeten ProRail en materieeleigenaars contracten sluiten voor het aanpassen van de infrastructuur en materieel. Dit is een omvangrijke ombouwoperatie, die een krappe doorlooptijd kent. De Europese commissie verkent momenteel met sectorpartijen verschillende migratiepaden die de impact van invoering van FRMCS op bestaande installaties, met name in materieel moet verkleinen. Dit heeft op dit moment nog niet tot een resultaat geleid waar alle partijen achter staan.

De exacte technische en operationele consequenties van de invoering van FRMCS zijn op dit moment nog niet volledig duidelijk. Dit komt onder meer doordat de specificaties nog in ontwikkeling zijn en omdat de uiteindelijke interactie tussen FRMCS en verschillende ERTMS-versies nog nader moet worden uitgewerkt.

Eerste studies naar mogelijke uitrolstrategieën laten zien dat de verplichte invoering van FRMCS een complexe opgave zal zijn. Deze complexiteit wordt veroorzaakt door meerdere factoren, waaronder:

- De sterke afhankelijkheid van de uitrol van ERTMS;
- Technische onzekerheden zolang de standaard nog niet definitief is;
- Onzekerheden rondom investeringskosten en financiering;
- En de krappe tijdslijnen vanwege het uitfasen van GSM-R.

Om dit te illustreren: binnen Tranche 1 van het ERTMS-programma neemt de ombouw van een groot deel van het Nederlandse spoorwagematerieel naar verwachting ongeveer tien jaar in beslag en zal deze rond 2030 zijn afgerond. Indien aansluitend direct wordt gestart met de migratie naar FRMCS, zal opnieuw een omvangrijk aanpassingsprogramma nodig zijn voor zowel materieel als infrastructuur. Wanneer een vergelijkbare doorlooptijd van circa tien jaar wordt aangehouden voor deze migratie, betekent dit dat de implementatie van FRMCS naar verwachting pas rond 2040 volledig kan zijn afgerond. Dit ligt aanzienlijk later dan het moment waarop de industrie momenteel het einde van de ondersteuning van GSM-R voorziet.

Daarmee ontstaat een spanningsveld tussen de geplande levensduur van GSM-R, de implementatieplanning van ERTMS en de invoering van FRMCS. Daarnaast betekent een dergelijke opeenvolging van grootschalige aanpassingen aan treinmaterieel in feite een tweede retrofit-cyclus kort na de eerste ERTMS-ombouw. Een dergelijke situatie brengt aanzienlijke logistieke en operationele uitdagingen met zich mee. Treinen moeten immers gedurende langere periode voor de 2^e keer uit dienst worden genomen voor technische aanpassingen. Wanneer een groot deel van de vloot gelijktijdig of in korte tijd moet worden aangepast, kan dit leiden tot een aanzienlijke onttrekking van materieel uit de operatie. Dat kan vervolgens druk zetten op de continuïteit en betrouwbaarheid van een werkend vervoerssysteem.

Naast de technische invulling van de migratiestrategie is ook de financiering en het beschermen van de investeringen die nu al in ERTMS gedaan zijn een onderwerp. Enerzijds is er binnen de vervoersmarkt amper terugverdienmodel voor de functionaliteiten die FRMCS biedt. Anderzijds is er ook geen investeringsprogramma met bijvoorbeeld subsidies voorzien op dit moment. Een doelmatige implementatie van FRMCS vraagt uiteindelijk ook politieke besluitvorming.

Keuzes om te kunnen versnellen

Het is van groot belang om zoveel mogelijk bewegingsruimte te creëren voor de migratie van GSM-R naar FRMCS tijdens de uitrol van ERTMS. Dit kan onder andere door het beheer van GSM-R te verlengen, en door binnen Europa actief te pleiten voor compatibiliteit van FRMCS met bestaande implementaties.

Tegelijkertijd is het cruciaal om ons zo goed mogelijk voor te bereiden op de overgang, daarom werkt een sectorbrede werkgroep aan de Nederlandse FRMCS-migratiestrategie. De voorbereiding van de politieke besluitvorming is hier onderdeel van.

C.6 Ombouw materieel

Beschrijving

Om met ERTMS te kunnen rijden moet materieel voorzien zijn van ERTMS. Bij de programmabeslissing is besloten al het materieel om te bouwen dat in aanraking kwam met de voorziene geografische uitrol van ERTMS. Destijds waren dat ongeveer 1250 materieeleenheden.

De ERTMS-systeemversie van het materieel volgt Europese wet- en regelgeving, en heeft een relatie met de systeemversie die in de infrastructuur. Besluiten over de systeemversie (SV) in de infrastructuur moeten daarom in samenhang met de ontwikkelingen in de vloot worden genomen.

Situatie na Tranche 1

De uitgangssituatie na Tranche 1 is dat het grootste gedeelte van het materieel is omgebouwd naar ERTMS Baseline 3; SV 2.0 of SV 2.1. Hiervan is het materieel in de regel niet FRMCS-ready.

- NS heeft de landelijk benodigde ombouw naar ERTMS SV 2.0 of SV 2.1 gereed. Nieuw materieel dat voor NS instroomt is voorzien van ERTMS SV 2.1 of hoger.
- De vloot van Arriva voor de Noordelijke lijnen en Limburg is omgebouwd naar ERTMS SV 2.1.
- Nieuwe treinen van Qbuzz zijn ingestroomd met ERTMS Baseline 4 SV 2.2.
- Materieel van regionale concessies voor vervoerders Connexxion en Keolis is nog niet omgebouwd naar ERTMS. Een wens is om de overstap naar ERTMS zoveel mogelijk te laten samenvallen met wisseling van de concessies.
- Materieel voor goederenvervoer is grotendeels omgebouwd naar ERTMS SV 2.0 of SV 2.1 aan het einde van Tranche 1.
- Voor de gele vloot zijn de afspraken nog in ontwikkeling.

Keuzes om te kunnen versnellen

Voor het mogelijk maken van een versnelling is het zaak om bij de indienststellingen na Tranche 1 delen van het netwerk te kiezen waar op dat moment al materieel rijdt dat in Tranche 1 is omgebouwd, hierbij rekening houdend dat een deel van de treinen geen ERTMS heeft en krijgt. Om de versnelling naar 2040 mogelijk te maken is het daarna belangrijk om een plan te maken voor het voorzien van ERTMS van het resterende deel van het materieel dat in Nederland rijdt.

C.7 Wettelijke verplichtingen en bestuurlijke afspraken

Beschrijving

De keuzes gemaakt binnen de uitrol van ERTMS beïnvloeden de haalbaarheid van eerder gemaakte bestuurlijke afspraken en het nakomen van wet- en regelgeving. Er moet gekozen worden of deze afspraken geprioriteerd worden, of dat er ten behoeve van andere prioriteiten een aantal afspraken heroverwogen wordt. Hierbij zijn twee afspraken relevant voor Tranche 2: SAAL en TEN-T verplichtingen.

SAAL afspraken

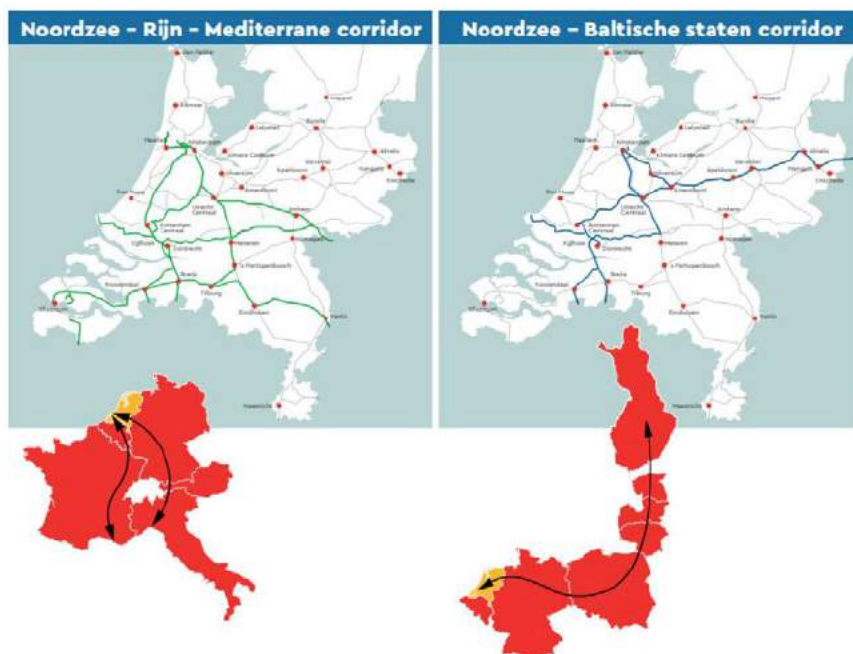
Langs de corridor Schiphol, Amsterdam, Almere, Lelystad (SAAL) is een groei van reizigers voorzien door de regio als gevolg van het realiseren van de woningbouwopgave. Om de groei van reizigers te kunnen accommoderen is een intensivering van de dienstregeling nodig. Al bij de voorkeursbeslissing van ERTMS was voorzien dat ERTMS benodigd is om de groei in capaciteit op het spoor mogelijk te maken. Dit leidde er ook toe dat er middelen van het programma PHS naar het programma ERTMS is overgeheveld.

De afspraken rond SAAL zijn in het verleden al meermalen bijgesteld. Het aantal treinen in de beoogde dienstregeling is in de afgelopen jaren een aantal keren teruggebracht. Ook is de indienststelling van extra treinen naar achteren geschoven. Tussen het rijk, NS, de MRA en provincie Flevoland is in 2020 de afspraak gemaakt om in dienstregelingsjaar 2030 (dus per december 2029) volgens het nu vastgestelde dienstregelingsmodel II te rijden. Eind 2023 is in de Hoofdrailnet-concessie tussen IenW en NS vastgelegd dat de extra treinen uiterlijk pas in de dienstregeling van 2033 hoeven te rijden vanwege terugvallende reizigerscijfers. De regio is hiervan op de hoogte gesteld, en in het Bestuurlijke Overleg (BO) MIRT 2024 zijn afspraken gemaakt om vanaf dienstregeling 2033 meer treinen op de SAAL-corridor te laten rijden.

TEN-T verplichtingen

De TEN-T verordening beschrijft richtsnoeren voor de ontwikkeling van het trans-Europese vervoersnetwerk. De verordening beschrijft onder andere wanneer welke delen van het netwerk van ERTMS moeten worden voorzien. De laatste versie van deze verordening is in 2024 van kracht geworden. Het zogenaamde kernnetwerk moet uiterlijk in 2030 zijn voorzien van ERTMS. Het zogenaamde uitgebreide kernnetwerk in 2040 en het uitgebreide netwerk in 2050. Bij de programmabeslissing in 2019 werd al duidelijk dat we in Nederland niet konden voldoen aan eisen voor 2030. Hierover zijn destijds afspraken gemaakt met de Europese commissie. Er is toen in overleg gekozen om de Brabantroute van ERTMS te voorzien omdat dit de omleidingsroute voor de Betuweroute is en

omdat Duitsland plannen had voor ERTMS op de grensovergang bij Venlo. Hierdoor zou een belangrijk deel van de Noordzee – Rijn – Mediterrane corridor worden voorzien van ERTMS. Aan de Duitse zijde waren geen plannen voor de Noordzee – Baltische staten corridor. Dat is de reden dat deze corridor in Nederland ook minder prioriteit kreeg. Figuur 7 geeft een overzicht van de TEN-T corridors die starten en eindigen in Nederland.



Figuur 7: Overzicht van de TEN-T corridors die starten en eindigen in Nederland

Situatie na Tranche 1

SAAL

Voor de SAAL-corridor is het relevant om aanleg en indienststelling van ERTMS en het rijden van Dienstregelingsmodel II van elkaar te onderscheiden.

Wanneer de uitrol op het baanvak Kijfhoek- Belgische grens gereed is in 2031/2032 is er in het snelste scenario voor ERTMS op SAAL nog minimaal een jaar nodig om ERTMS in gebruik te nemen en aan te sluiten op de Baseline 2 baanvakken HSL-Zuid, Amsterdam-Utrecht en Hanzelijn. Daarvoor is het nodig om parallel aan het baanvak Kijfhoek- Belgische grens de ERTMS-elementen op de SAAL-corridor aan te leggen en te zorgen dat de aangrenzende Baseline 2 baanvakken voorzien zijn van een moderne ERTMS versie.

Na aanleg en indienststelling van ERTMS op SAAL is een belangrijke voorwaarde voor het afgesproken Dienstregelingsmodel II ingevuld. Voor daadwerkelijke frequentieverhoging zijn nog enkele wijzigingen in de infrastructuur nodig (onder andere om een snelheidsverhoging bij Weesp mogelijk te maken). Het merendeel van deze werkzaamheden vindt plaats binnen het Programma Hoogfrequent Spoorvervoer. Daarnaast vinden nog analyses plaats naar onder meer de baanstabieleit.

Daarnaast is een uitgebreide voorbereiding en beproeving (proefbedrijf en dienstregelingsplanning) van het rijden van het dienstregelingsmodel II nodig. Om het dienstregelingsmodel II mogelijk te maken wordt de structuur van de landelijke dienstregeling aangepast, inclusief de afspraken met omliggende landen over internationale treinverbindingen. Dit heeft niet alleen effect op de treinen van NS, maar ook op andere vervoerders: reizigers en goederen, zowel nationaal als internationaal. Voordat een dergelijke wijziging wordt doorgevoerd dient te worden vastgesteld of de dienstregeling uitvoerbaar is. Positieve en negatieve ervaring bij onder meer de tienminutendienstregeling tussen Amsterdam en Eindhoven en de introductie van de Fyra laten zien dat niet alles te gelijk kan. Eerst moet de infrastructuur worden aangepast en het vervoer (in dit geval met ERTMS) in de reguliere dienstregeling worden getest, vervolgens wordt in een proefbedrijf beproefd of de verhoging van de prestaties zoals betrouwbaarheid gerealiseerd kan worden, voordat de stap naar een nieuw dienstregelingsmodel gezet kan worden, zeker omdat dit nieuwe dienstregelingsmodel een nieuw landelijk herontwerp van de

dienstregeling noodzakelijk maakt. Hierna of parallel hieraan moeten de procedurestappen voor een nieuwe dienstregeling worden gezet. Onderzocht moet worden in welke risico's voortvloeien uit het eventueel versnellen van deze stappen, zodat besloten kan worden of deze acceptabel zijn.

Ook moet rekening worden gehouden met de invoering van FRMCS. Dit zal in de periode 2030-2040 vragen dat al het materieel nogmaals naar de werkplaats moet. Dit betekent dat er mogelijk minder materieel beschikbaar is voor het rijden van de dienstregeling. Dienstregelingsmodel II vraagt om meer materieel dan de huidige dienstregeling, daarom is ook het toekomstige migratieplan voor FRMCS mogelijk van invloed op de invoering van deze productstap.

Bovenstaande betekent dat de bestuurlijke afspraak voor het rijden van Dienstregelingsmodel II op de SAAL-Corridor zwaar onder druk staat. Er is in overleg met de regio een proces gestart om deze afspraken gezamenlijk te bekijken, deze aanpak is vastgelegd bij het BO MIRT begin 2026. Er wordt ook onderzocht wat het handelingsperspectief is wanneer ERTMS op de SAAL corridor later wordt gerealiseerd, mede omdat een goede bereikbaarheid van groot belang is voor de woningbouwopgave. Daarom onderzoeken Rijk, regio en sectorpartijen gezamenlijk welke tussentijdse stappen mogelijk zijn. Bestuurlijke afspraken zijn gemaakt over het uitwerken van onderzoeksvragen die moeten leiden tot een strategische keuze voor de SAAL-corridor.

TEN-T

Met betrekking tot de TEN-T eisen is de situatie veranderd ten opzichte van de programmabeslissing. De Zeeuwse lijn die onderdeel is van het Kernnetwerk is toegevoegd aan de scope van het programma. De uitrol van het baanvak Kijfhoek- Belgische grens, dat ook onderdeel is van het kernnetwerk vindt waarschijnlijk (vlak) na 2030 plaats. De indienststelling van de Brabantroute en de SAAL-corridor zijn geen onderdeel van Tranche 1 en zijn getemporiseerd, waardoor delen van het kernnetwerk en het uitgebreid kernnetwerk later worden gerealiseerd. De invoering van ERTMS is een randvoorwaarde voor het verhogen van de baanvaksnelheid naar 160 km/u, wat ook een eis in het kader van de TEN-T verordening is.

Keuzes om te kunnen versnellen

Om een versnelling optimaal te kunnen faciliteren is het belangrijk om nu eerst te focussen op het invullen van randvoorwaarden voor de versnelling van de uitrol zoals de aanleg van ERTMS vanuit de gedachte dat alle gemaakte afspraken gebaat zijn bij een snellere uitrol. Er kan daarmee nu echter geen zekerheid worden gegeven over de planning van ERTMS op de SAAL-corridor. Daarom werkt het programma aan het gezamenlijk bekijken van de afspraken tussen alle betrokken partijen in de spoorsector. Hierbij wordt getracht in de vorm van bandbreedtes voor indienststelling de regio waar mogelijk houvast en perspectief te bieden.

Met betrekking tot de TEN-T verordening is het duidelijk dat de eisen voor 2030 niet geheel ingevuld kunnen gaan worden. Als versnelling naar 2040 echter gerealiseerd wordt, haalt Nederland wel de overige deadlines. IenW zal in overleg met de Europese commissie ontheffing vragen van de niet gehaalde afspraken voor 2030.

C.8 Innovatie

Beschrijving

Naast FRMCS, dat als apart dossier wordt behandeld zijn er meer ontwikkelingen die een rol kunnen gaan spelen in de landelijke uitrol van ERTMS. Hieronder zijn vier van de meest genoemde ontwikkelingen omschreven:

EULYNX:

Een standaard voor interfaces tussen objecten in het beveiligingssysteem. EULYNX is ontwikkeld door een consortium van verschillende Europese infrastructuur beheerders, waaronder ProRail. EULYNX is geen onderdeel van de Europese ERTMS specificatie maar wordt steeds meer toegepast in producten van leveranciers. Met EULYNX is het in principe mogelijk om de communicatie tussen interlocking en decentrale objecten in de infrastructuur te standaardiseren. Door standaardisatie kunnen interlockings en decentrale objecten van verschillende leveranciers makkelijker met elkaar communiceren. Toepassing van EULYNX kan daarnaast ook van waarde zijn bij het 'slim' levensduur verlengen van de bestaande beveiliging als ERTMS niet op tijd in dienst kan worden gesteld. Het wordt uitgewerkt als één van de instrumenten de catalogus om de bestaande beveiliging zo doelmatig mogelijk voorbereid op ERTMS te kunnen vervangen.

Hybrid Train Detection (HTD):

HTD maakt het gebruik van virtuele blokken mogelijk voor het detecteren van treinen. Bij HTD wordt voor de treindetectie deels gebruik gemaakt van fysieke treindetectie zoals assentellers, aangevuld met de informatie die treinen over hun positie en lengte via GSM-R versturen naar het CSS. Er zijn hierdoor minder fysieke detectiemiddelen nodig. Dit maakt blokverdichting relatief eenvoudig mogelijk, waarmee capaciteit kan worden vergroot. Als HTD beschikbaar is vóór indienststelling van een baanvak, levert dit een besparing op voor de aanleg van fysieke assentellers. Om deze voordelen te kunnen bereiken, moet voldoende materieel van een zogenaamde Train Integrity Module/Functie (TIM/TIF) zijn voorzien. Dit geldt met name voor reizigerstreinen. Een beperkt deel van de treinen die in Tranche 1 wordt voorzien van ERTMS krijgt een TIM/TIF. Nieuw geleverde treinen hebben die vaak direct aan boord. Bij een besluit over het toepassen van HTD dienen daarom ook de kosten en inspanning voor de inbouw van een TIM/TI betrokken te worden. Voor goederentreinen is dit niet noodzakelijk omdat er bij het ontwerp van het aantal fysieke/virtuele blokken reeds vanuit wordt gegaan dat de hiervoor vereiste techniek pas op veel langere termijn beschikbaar zal zijn voor goederentreinen (zie ook verderop bij innovatie DAC).

Automatic Train Operation (ATO):

Met ATO wordt het mogelijk om treinen (deels) automatisch te kunnen laten rijden. Er zijn in Nederland en Europa verschillende pilots met ATO uitgevoerd. De eerste stappen om ATO op basis van ERTMS te standaardiseren zijn gezet in de TSI CCS. ATO vraagt om aanvullende functionaliteit in zowel treinen als centrale computersystemen, bovenop de functionaliteit van ERTMS. Dit laten samenvallen met de ombouw van materieel naar ERTMS, zou vragen om de inzet van extra, niet beschikbare, middelen en compliceert de uitrol ERTMS.

De noordelijke provincies implementeren ERTMS met de ambitie hier ook op korte termijn de eerste stappen te zetten naar autonoom rijden. In de financiering van de ombouw van treinen in Tranche 1 is hiermee rekening gehouden door de provincies. Het zetten van stappen op het gebied van ATO, net als het temporiseren daarvan moet plaatsvinden in nauwe afstemming.

Digital automatic Coupling (DAC):

De DAC zoals voorzien in de TSI CCS, is een systeem dat goederenwagens automatisch mechanisch én digitaal met elkaar verbindt, inclusief lucht, stroom en datacommunicatie, waardoor handmatig koppelen niet meer nodig is. De bedoeling van deze ontwikkeling is om goederenvervoer per spoor veiliger, sneller en efficiënter te maken. De invoering van DAC vergt ombouw van alle goederenwagens in Europa. Er is momenteel nog geen concreet plan of financiering voor deze omvangrijke industriële opgave.

Situatie na Tranche 1

Geen van bovenstaande ontwikkelingen is onderdeel van Tranche 1. In Tranche 1 zijn wel enkele innovaties voor de aanleg van ERTMS in gebruik genomen, zoals een robot om balises en assentellers automatisch te installeren.

Keuzes om te kunnen versnellen

De aanpak is om op korte termijn alleen te investeren in innovaties die de aanleg van ERTMS in potentie sneller en/of goedkoper maken. Daarom is het voorstel om de ontwikkeling van HTD en Eulynx binnen Nederland voor te bereiden, zodanig dat een go/no go beslissing kan worden genomen.

Ook is het voorstel om innovaties voor de aanleg van ERTMS (waaronder de binnen het ASAP-innovatieprogramma ontwikkelde oplossingen) bij marktpartijen verder te stimuleren en te benutten.

Het voorstel is daarom om op korte termijn vanuit het programma ERTMS niet in te zetten op de toepassing van ATO en DAC.

Bijlage D Afwegingen voor koers en ambitie van de landelijke uitrol

D.1 Doorgaan zoals nu, stoppen en wachten of versnellen met een andere aanpak?

De centrale vraag bij deze eerste afweging is of de inhoudelijke keuzes uit de Programmabeslissing en Tranche 1, gegeven de uitgangssituatie, nog steeds optimaal zijn. Daarbij gaat het onder meer om: de wenselijkheid van voortzetting van de huidige koers in het licht van Europese ontwikkelingen de vraag of een ERTMS level 2-only strategie nog de beste optie is de geschiktheid van de tranchegebijze aanpak ten opzichte van mogelijke alternatieve uitvoeringsstrategieën

Bij de Voorkeursbeslissing in 2014 en de daaropvolgende Programmabeslissing is gekozen voor een landelijke uitrol van ERTMS level 2 only als vervanger van ATB. De urgentie van de huidige situatie, waarbij de continuïteit van het spoorstelsel onder druk staat (zoals beschreven in Hoofdstuk 3), roept echter de vraag op of het verstandig is om een nieuwe koers te onderzoeken. Daarbij kan worden gedacht aan alternatieve strategieën, zoals *dual signalling* of het uitstellen van verdere invoering totdat de ERTMS-technologie verder is doorontwikkeld en meer volwassen is geworden.

Andere landen laten zien dat er verschillende manieren zijn om met wijzigingen en voortschrijdend inzicht om te gaan. België kiest voor een mix van Level 1 en Level 2, startend met *dual signalling*. Zwitserland en Luxemburg hebben gekozen voor Level 1. Denemarken en Noorwegen hebben gekozen voor Level 2, al zijn daar enkele aanpassingen gedaan aan geografie en tempo. Duitsland heeft de afgelopen jaren meerdere keren zijn strategie gewijzigd. Het is te zien dat koerswijzigingen tijd kosten. Landen die vasthouden aan een consistente strategie bouwen uiteindelijk sneller ervaring op en weten hun uitrol te versnellen. België is daarvan een recent voorbeeld. Met als resultaat dat op 16 december 2025 volgens planning het gehele Belgische netwerk van ERTMS is voorzien.

De alinea's hieronder beschrijven de voorgestelde afweging, de belangrijkste voor- en nadelen van doorgaan met de huidige koers en de afweging tussen de voor- en nadelen.

Voordelen van doorgaan met huidige koers:

- *Doorgaan op de huidige koers is een efficiënte keuze.* Alternatieven zijn complex, kostbaar en leveren onvoldoende op. Opties zoals dual signalling of ERTMS level 1 zijn eerder al meerdere keren onderzocht en er is telkens niet voor gekozen als variant voor de landelijke uitrol. Ze vragen in de huidige situatie extra ontwikkeltijd en -kosten, bieden onvoldoende capaciteitswinst, worden Europees uit gefaseerd en vormen geen basis voor toekomstige innovaties.
- *Doorgaan op de huidige koers voorkomt verdere vertraging van de vervangingsopgave.* Level 2 is nodig om de gewenste capaciteitsbaten te realiseren en de ATB-vervangingsopgave tijdig aan te pakken - een koerswijziging zou te veel tijd kosten en risico's ten aanzien van de continuïteit van het spoorstelsel vergroten.
- *Doorgaan op de huidige koers zorgt ervoor dat bestaande investeringen optimaal renderen.* Met level 2 only renderen eerdere investeringen in ontwikkelen van CSS, objecten, opleiding, ombouw van infrastructuur en materieel optimaal.
- *Doorgaan op de huidige koers zorgt voor behoud van marktcapaciteit.* Door te continueren op de huidige koers blijft er perspectief voor leveranciers en uitvoerders, wat cruciaal is voor de landelijke uitrol.
- *Doorgaan op huidige koers creëert zekerheid voor vervoerders, verladers en reizigers.* Zonder tijdig doorpakken in de vervangingsopgave van de infra zijn de effecten van uitstel op betrouwbaarheid, capaciteit en continuïteit van het spoorstelsel niet te overzien, wat het perspectief voor deze groepen aanzienlijk onder druk zet.

Nadelen van doorgaan met de huidige koers

- Nieuwe standaarden kunnen op termijn kostenvoordelen bieden, we wachten hier nu niet op. De strategie en werken met tranches is erop gebaseerd dat we nieuwe ontwikkelingen nog kunnen inpassen, zoals bijvoorbeeld de invoering van HTD. We richten ons daarbij actief op innovaties die de uitrol goedkoper of sneller kunnen maken.

- De industrie levert op langere termijn meer standaardproducten, we wachten hier nu niet op.
- Als we zouden wachten, is er meer tijd om te leren van ervaringen in het buitenland.

Afweging

Het programma adviseert om voor de landelijke uitrol van ERTMS de inhoudelijke keuzes van de programmabeslissing en de besluiten over Tranche 1 te blijven hanteren als basis voor de uitwerking van Tranche 2 en verder. Dit omdat met de huidige inzichten ingeschat wordt dat per saldo de voordelen zwaarder wegen dan de nadelen.

Waarom er niet wordt gepauzeerd in afwachting van toekomstige Europese verordeningen

Wachten op een nieuwe ERTMS-standaard brengt grote onzekerheden met zich mee. Toekomstige versies kunnen kostenvoordelen bieden, maar uitstel betekent dat er geen leerervaring wordt opgedaan, de technische veroudering niet wordt aangepakt en de vervangingsopgave verder oploopt. Daarmee komt de continuïteit van het spoorstelsel in het geding en blijft de kern van het probleem bestaan. Daarnaast leidt een gebrek aan perspectief voor marktpartijen tot het risico dat marktcapaciteit voor ERTMS en ProRail structureel wegvalt.

Waarom de tranchegewijze aanpak wordt voortgezet

De tranchegewijze aanpak biedt flexibiliteit om tijdens de uitrol bij te sturen en nieuwe technologieën in te passen wanneer dat nodig blijkt. Deze werkwijze mitigeert continuïteitsrisico's voor het spoor zo veel als mogelijk, versterkt het vertrouwen van de markt en voorkomt verdere vertraging in de landelijke uitrol.

D.2 Afweging tussen verschillende opties voor versnelling

De centrale vraag bij de tweede afweging, die volgt op een afweging om vast te houden aan de inhoudelijke keuzes van de Programmabeslissing – waarbij ERTMS landelijk wordt uitgerold met ERTMS level 2 only, is welke keuze gemaakt wordt over de manier waarop dit gebeurt. Dit zijn verschillende opties die horen bij handelingsperspectief III.

Beschouwde opties

In dit besluit staat de vraag centraal wat het gewenste tempo is voor de landelijke uitrol van ERTMS. De huidige aanpak leidt tot uitrol die naar verwachting pas gereed is tussen 2060 en 2070.

Vervolgens is het relevant om te kijken wat de meest effectieve en realistische aanpak is om deze ambitie te realiseren. Hiervoor heeft het scenarioteam drie opties onderzocht.

- **Optie 1: Doorgaan met de huidige aanpak, met versnelling waar mogelijk.** Hierin verder gaan met de huidige 'baanvaksgewijze' manier van ERTMS uitrollen, waarbij er waar mogelijk ingezet wordt op optimalisatie om versnellingsvoordelen te behalen.
- **Optie 2: Overgaan op een nieuwe uitvoeringsstrategie met landelijke in plaats van baanvaksgewijze aanpak met ambitie om de uitrol rond 2040 af te ronden.** De nieuwe aanpak verdeelt het werk in parallelle werkstromen op basis van één landelijk ontwerp, aanleg wordt landelijk uitgevoerd en indienststelling vindt op lokaal niveau plaats, zodra een stuk in de infrastructuur gereed is. Met deze aanpak wordt gebruik gemaakt van schaalvoordelen en kan efficiënter gewerkt worden. Met dit besluit wordt de baanvaksgewijze aanleg met de daaraan gekoppelde indienststelling losgelaten.
- **Optie 3: Eerst SAAL uitrollen, daarna nieuwe versnelde aanpak.** De uitrol van ERTMS op de SAAL-corridor op de huidige werkwijze wordt geprioriteerd vanwege bestuurlijke afspraken. Vervolgens wordt ingezet op een nieuwe versnelde aanpak voor de landelijke uitrol van ERTMS.

Gehanteerd afwegingskader

De drie omschreven opties zijn tegen elkaar afgewogen conform het in Tabel 6 opgenomen afwegingskader. De drie gepresenteerde opties zijn door het programma ten opzichte van elkaar beschouwd per categorie in het afwegingskader. Er is vervolgens een afweging tussen de opties gemaakt. De onderbouwing van de beoordelingen per aspect wordt vervolgens omschreven.

| Categorie | Beoordelvingsvraag |
|---------------------------------------|---|
| Afspraken, Wet- en Regelgeving | Nakomen bestuurlijke afspraken: In hoeverre draagt de voorgestelde koers bij aan het voldoen aan de TEN-T-verordening en het nakomen van bestuurlijke afspraken binnen SAAL conform originele afspraak van 2032? |
| Financiële impact | Doelmatige inzet van middelen: In hoeverre draagt de voorgestelde koers bij aan een doelmatige en efficiënte inzet van (financiële) middelen, gegeven de beschikbare budgetten en programmadoelstellingen? |
| | Totale programmakosten: In hoeverre heeft de voorgestelde koers een positieve invloed op de totale programmakosten van de uitrol van ERTMS in Nederland, inclusief effecten op kostenbeheersing en kostenontwikkeling? |
| Betrouwbaarheid van het spoor | Waarborgen continuïteit spoor: In hoeverre draagt de voorgestelde koers bij aan het waarborgen van de continuïteit en betrouwbaarheid van het spoor? |
| Haalbaarheid | Haalbaarheid van de aanpak: In hoeverre is de voorgestelde koers haalbaar en uitvoerbaar, gezien vanuit technische, organisatorische, markt- en financiële randvoorwaarden? Dit gaat nadrukkelijk niet over de uitkomst van de aanpak. |
| | Perspectief voor de markt: In hoeverre draagt de voorgestelde koers bij aan een stabiel en voorspelbaar perspectief voor marktpartijen, waaronder duidelijkheid over planning, scope en investeringszekerheid? |
| Voortgang en baten | Positieve impact op uitroltempo: In hoeverre draagt de voorgestelde koers bij aan het verhogen en/of versnellen van het tempo van de ERTMS-uitrol? |
| Toekomstbestendigheid | Potentie om te leren: In hoeverre creëert de voorgestelde koers mogelijkheden voor leren en verbeteren in lijn met de lerende aanpak? |
| | Flexibiliteit/wendbaarheid: In hoeverre biedt de voorgestelde koers ruimte om in te spelen op toekomstige ontwikkelingen, onzekerheden of wijzigingen in scope of planning? |

Tabel 6 Gehanteerd afwegingskader

Vergelijking van de opties voor de beoordelvingsvragen van het afwegingskader

Nakomen bestuurlijke afspraken

Analyse wijst uit dat met Optie 1, de huidige aanpak, de kans om SAAL in december 2032 in dienst te stellen laag is: zelfs als deze afspraak expliciet geprioriteerd wordt. Dit heeft te maken met de voortgang binnen Tranche 1 en de activiteiten die gereed moeten zijn vóór realisatie van SAAL, zoals bijvoorbeeld de opwaardering van de Baseline 2 baanvakken. De versnellingsaanpak levert een versnelling van de uitrol en zorgt ervoor dat realisatie van de uitrol van ERTMS vóór 2040 wordt afgerond. Dit betekent dat alle baanvakken in Nederland in scope van de ERTMS-uitrol zijn, dus ook voor SAAL. Echter, deze aanpak is nog niet bewezen, bovendien is op dit moment niet duidelijk wanneer SAAL gerealiseerd zal worden in Optie 2. Voor Optie 3, eerst SAAL en hierna inzetten op een nieuwe versnelde aanpak, geldt dezelfde argumentatie als bij Optie 1: de voortgang van Tranche 1 en opwaardering van de aansluitende Baseline 2 baanvakken veroorzaken dat indienststelling van SAAL later plaatsvindt dan in 2032.

Op dit moment is het voor alle drie de opties niet zeker wanneer SAAL Dienstregelingsmodel II gereden kan worden. Eind 2025 is met de regio een proces ingezet waarin de bestuurlijke afspraken bekeken worden. De keuze voor optie moet worden ingebracht in dit proces.

Met betrekking tot de Europese TEN-T richtlijn was al bij de programmabeslissing duidelijk dat niet aan de eisen voor 2030 voldaan kon worden, dit is onveranderd. Met de keuze voor Optie 2 blijft het beste zicht om de eisen voor 2040 en 2050 wel tijdig te realiseren.

Doelmatige inzet van middelen

Het voortzetten van de huidige aanpak (Optie 1) heeft een negatief effect op de doelmatige inzet van middelen van het ERTMS-programma. Door het lagere tempo zullen we voor een deel van het landelijke spoorwegnetwerk te laat zijn met het vervangen van baanvakken waarvan ATB einde levensduur is. Dit resulteert in meer ATB-ATB-ervangingen. Het gevolg hiervan is dat vervangende werkzaamheden twee keer moeten worden uitgevoerd, met dubbele kosten tot gevolg. De verwachting is dat de versnelde aanpak (Optie 2) zal leiden tot een afname van het aantal ATB-ATB-ervangingen ten opzichte van de huidige aanpak. Dit levert een besparing in de inzet van mensen en middelen. Het prioriteren van SAAL (Optie 3) zorgt ervoor dat er meer ATB-ATB-ervangingen nodig

zijn en heeft daarom een negatief effect op doelmatigheid, in lijn met de argumentatie bij Optie 1. Dit negatieve effect wordt verminderd wanneer na indienststelling van SAAL de versnelde aanpak succesvol wordt ingevoerd, dit zal resulteren in een beperking van het aantal ATB-ATB-ervangingen.

Totale programmakosten

De huidige aanpak (Optie 1) leidt volgens de meest recente prognose (van begin 2025, prijspeil 2024) tot totale kosten van € 12,6 miljard, mede veroorzaakt door langere doorlooptijd van het programma en een grote ATB-ervangingsopgave. In de versnelde uitrol (Optie 2) worden de totale programmakosten ingeschat op € 11,8 mrd, dit betekent in deze optie een potentiële besparing van € 800 mio. Dit is allereerst te verklaren door het hogere tempo dat gerealiseerd kan worden, waarmee ERTMS eerder en op meer plekken kan worden uitgerold. Dit vermindert de omvang en kosten van de ATB-ervangingsopgave. Hoewel in de versnelde aanpak aanleg en indienststelling ontkoppeld worden, houdt deze aanpak rekening met de vervangingsbehoefte van ATB-baanvakken en zal deze dus eerder kunnen voorzien worden van ERTMS ten opzichte van de aanpak die SAAL prioriteert: Optie 3 positioneert zich tussen de twee andere opties. In eerste instantie kent deze optie een langere aanlooptijd vanwege de baanvaksgewijze vervanging van ATB op de SAAL-corridor. Vervolgens leidt zij echter tot lagere kosten, om de twee eerdergenoemde redenen.

Waarborgen continuïteit van het spoor

Zoals eerder in dit rapport genoemd, leidt de vervangingsopgave van ATB-beveiligingssystemen en van ERTMS Baseline 2 baanvakken tot betrouwbaarheids- en continuïteitsrisico's voor het spoorstelsel in de huidige situatie. De beschikbaarheid van personeel, materialen en onderdelen voor de verouderde ATB-systemen zal in de toekomst beperkt beschikbaar zijn. De huidige aanpak (Optie 1) is naar verwachting tussen 2060 en 2070 afgerond, dit zal het betrouwbaarheids- en continuïteitsrisico verhogen. Optie 2 en Optie 3 zijn erop gericht om ERTMS sneller uit te rollen, waardoor de risico's op betrouwbaarheids- en continuïteitsproblemen kleiner worden. Optie 2 is de optie waarmee de landelijke uitrol het eerst gereed is en deze scoort daarom het beste van de drie opties.

Haalbaarheid van de aanpak

De bestaande aanpak (Optie 1) is de huidige werkwijze binnen de sector. In Tranche 1 wordt aangetoond dat deze aanpak uitvoerbaar en beheersbaar lijkt op trajecten van lage of gemiddelde complexiteit. Hoewel ook in Tranche 1 issues optreden, bijvoorbeeld wegens vertragingen elders binnen het programma ERTMS of afstemming met andere projecten op dezelfde baanvakken. De sector is echter wel gewend om op deze manier te werken. Om die reden is de haalbaarheid positief beoordeeld. De versnelde aanpak (Optie 2) is nog niet in de praktijk beproefd en daarmee minder zeker. De kern van de aanpak, het ombouwen van infrastructuur, sluit echter aan bij de kerntaken van ProRail. Tegelijkertijd vergt deze aanpak op korte termijn extra personele capaciteit, die schaars is, en een uitdagende organisatorische verandering binnen ProRail. De haalbaarheid van Optie 3 is vergelijkbaar met die van Optie 2: SAAL wordt eerst volgens de bestaande aanpak uitgevoerd; voor de daaropvolgende fase gelden dezelfde onzekerheden als bij de nieuwe aanpak.

Perspectief voor de markt

In de huidige aanpak (Optie 1) worden baanvakken na elkaar uitgerold, wat betekent dat er slechts enkele baanvakken per periode kunnen worden aangelegd. Daarnaast kent de huidige aanpak een lage mate van voorspelbaarheid ten opzichte van de timing van eventuele aankomende aanbestedingen. De combinatie van deze twee factoren maken het minder aantrekkelijk voor marktpartijen om capaciteit te reserveren voor de aanleg van ERTMS, met als risico dat deze capaciteit elders wordt ingezet. De aanpak volgens Optie 2 leidt naar een afronding vóór 2040. Dit zorgt voor meer stabiliteit in de planning en draagt bij aan een beter voorspelbare uitvoering van de uitrol van ERTMS, wat de aantrekkelijkheid voor de markt vergroot. De derde optie scoort hier tussenin. De methode is in eerste instantie hetzelfde als de huidige aanpak. Omdat er daarna wordt overgeschakeld naar de nieuwe aanpak ontstaat meer perspectief voor de markt. Maar omdat later gestart wordt met de landelijke uitrolstrategie, ontstaat het risico dat marktpartijen hun capaciteit niet blijven reserveren.

Positieve impact op uitroltempo

Met de aanpak volgens Optie 1 is ERTMS naar verwachting tussen 2060 en 2070 uitgerold in Nederland. Met de versnelde aanpak volgens Optie 2 wordt een significant hoger tempo verwacht met als ambitie dat ERTMS voor 2040 is uitgerold in Nederland. Deze optie scoort daarmee het hoogste op het aspect uitroltempo. Optie 3 valt er tussenin, omdat naar verwachting het baanvaksgewijs ombouwen van SAAL ten koste gaat van de snelheid van het totaal, omdat de aandacht tussen twee werkwijzen en verschillende prioriteiten verdeeld moet worden.

Hoewel de verwachting is dat de landelijke uitrol met optie 2 het snelst gerealiseerd kan worden, zal de indienststelling van de eerstvolgende baanvakken na Tranche 1 later zijn dan bij optie 1. Dit komt doordat er tijd nodig is voor het voorbereiden van de andere wijze van werken.

Potentie om te leren

De versnelde aanpak (Optie 2) biedt de grootste potentie om in het juiste tempo te leren. Dit wil zeggen nieuwe zaken leren en vaardigheden ontwikkelen in een hoger tempo dan doorgaan met de huidige aanpak. Optie 3: eerst inzetten op SAAL betekent dat de sector het grootste en meest complexe gebied van het Nederlandse spoorwegnet als eerst gaat realiseren. Dit staat haaks op een lerende aanpak. De versnelde aanpak neemt leerervaringen uit Tranche 1 mee. Deze aanpak is erop gericht om het een landelijk gestandaardiseerd ontwerp te laten ontwikkelen door een centraal team, en herhalend werk uit laten voeren door vaste teams. Hierdoor worden de teams steeds beter en hoeft niet telkens een nieuw projectteam het wiel uit te vinden. Daarnaast is er ook in deze aanpak nog steeds de mogelijkheid om nieuwe inzichten of innovaties zoals HTD later in te passen.

Flexibiliteit/wendbaarheid

Voortzetten van de huidige aanpak (Optie 1) beperkt de wendbaarheid van het programma. Geld moet enkele jaren van tevoren worden toegewezen aan een specifiek baanvak. Wijzigingen in tijd of scope kunnen net als in Tranche 1 leiden tot claims van contractpartners en veel energie in het plannen en herplannen van het programma. Hoe langer de uitrol duurt, hoe groter de discussie over prioriteiten voor indienststelling naar verwachting zullen zijn en er zullen naar verwachting meer zekerheden worden gevraagd dat specifieke afspraken gehaald worden. Dit beperkt uiteindelijk de keuzevrijheid en wendbaarheid van het programma. Ook een hybride scenario met focus op SAAL (Optie 3) beperkt de wendbaarheid. Een groot deel van de beschikbare programmacapaciteit en managementaandacht wordt in dit geval ingezet op het realiseren van de bestuurlijke afspraak. Zeker omdat de SAAL-corridor en vervolgens het rijden van dienstregelingsmodel II een complexe infrastructuur zijn en een complexe dienstregeling, zal dit aanzienlijk zijn. Deze capaciteit kan daardoor niet worden ingezet voor voorbereidende werkzaamheden ten behoeve van de landelijke uitrol en/of de daaropvolgende trajecten of baanvakken. Het plan voor versnelling (Optie 2) heeft een positief effect op wendbaarheid. Een snelle uitrol zal naar verwachting voor minder discussies over prioriteit van uitrollen zorgen, waardoor er meer keuzes mogelijk zijn. Voorbeelden van maatregelen die de wendbaarheid vergroten zijn het ontkoppelen van aanleg en indienststelling en het werken vanuit een landelijk ontwerp waardoor op meer plekken tegelijkertijd met aanleg kan worden begonnen.

Afweging tussen de opties

Na beschouwing van de drie opties ten opzichte van het afwegingskader, constateert het programma dat optie 2, de nieuwe uitvoeringsstrategie met versnelde aanpak, het best uitpakt op de verschillende aspecten van het afwegingskader. Dit komt vooral door de sterke relatieve score op het waarborgen van de betrouwbaarheid en continuïteit op het spoor, doelmatige inzet van middelen, perspectief voor de markt, positieve impact op het uitroltempo en flexibiliteit en wendbaarheid. Optie 1, de huidige aanpak scoort het best op haalbaarheid. Optie 3, eerst SAAL uitrollen en daarna overstappen op de versnelde aanpak, scoort tussen de twee andere opties.

Het programma adviseert te kiezen voor Optie 2, versnelling, met de ambitie om de landelijke uitrol afgerond te hebben voor 2040 en het wijzigen van de aanpak van de aanleg van ERTMS.

De kern van deze wijziging is dat het ontwerp en de aanleg van ERTMS in de infrastructuur landelijk worden aangepakt. De ERTMS-installaties worden zo efficiënt mogelijk aangelegd naast de bestaande treinbeveiligingsinstallaties/NS '54. Zodra alle elementen op een deel van het netwerk gereed zijn, kan dit in dienst worden gesteld. We laten hiermee de aanpak van Tranche 1 los waarin een project bestaat uit ontwerp, aanleg en indienststelling van één baanvak.

Hieruit volgt ook een andere kijk op wat een tranche is. Daar waar we in 2024 nog veelal spraken en dachten over een tranche als één of meer projecten waarmee baanvakken worden omgebouwd en in dienst gesteld, is een tranche nu niet meer en niet minder dan een pakket aan werkzaamheden. Deze kunnen bestaan uit een mix van studies, voorbereidende werkzaamheden, ontwikkelingen, aanleg van ERTMS in bepaalde gebieden eventueel in combinatie met indienststelling op één of meer baanvakken.