

ProRail

Implementatiestrategie ERTMS

Onderbouwing van de strategische keuzes met businesscase

Kenmerk #20585767 v1 /SpO
Versie 1.0
Datum 24 augustus 2006

Implementatiestrategie ERTMS: de management-notitie

Het European Rail Traffic Management System (ERTMS) is de nieuwe standaard voor interoperabele treinbeïnvloedingssystemen in Europa. Dit geldt voor zowel het deel in het materieel als het deel in de infrastructuur. Introductie van ERTMS op bestaande spoorlijnen introduceert een complex migratievraagstuk, doordat er tijdelijk dubbele systemen noodzakelijk zijn ofwel in de infrastructuur ofwel in het materieel. Dit migratievraagstuk vraagt om een sectorbrede en integrale strategie op welke wijze de eerste stap wordt gemaakt om te komen tot de implementatie van ERTMS in Nederland.

De invoering van ERTMS, (Europees) levert het volgende perspectief:

- Op korte termijn creëert ERTMS, door harmonisatie van technische systemen, toegevoegde waarde voor met name internationaal opererende spoorwegondernemingen.
- Op middellange termijn is ERTMS van belang voor nationaal georiënteerde baanvakken, waarbij verbetering van bestaande systemen onvoldoende resultaat oplevert op het gebied van veiligheid, betrouwbaarheid, onderhoudbaarheid en capaciteit van de infrastructuur. Daarnaast is ERTMS van belang waar ambities van de spoorsector op het gebied van snelheid en rijtijden nieuwe beveiligingssystemen vereisen.
- Op langere termijn biedt ERTMS als gestandaardiseerd (Europees) treinbeïnvloedingssysteem de beste mogelijkheid om de functie treinbeveiliging en -beïnvloeding in te vullen.

Het vaststellen van de implementatiestrategie is nu noodzakelijk. De redenen zijn:

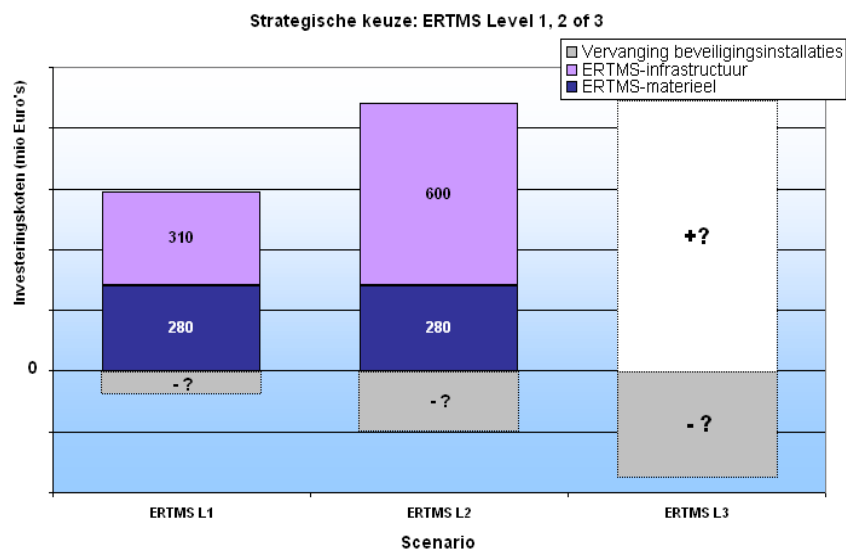
1. De Europese Commissie neemt verdergaande maatregelen om de interoperabiliteit van het spoor te vergroten in Europa. Daartoe heeft het elke lidstaat verplicht gesteld uiterlijk 28 september 2007 een implementatieplan ERTMS te hebben opgesteld conform de Technical Specification for Interoperability (TSI) Control, Command & Signalling .
2. De voorbereiding voor een noodzakelijke grootschalige vervanging van oude (relais-) beveiligingssystemen is gestart. Vanaf 2008 geschiedt deze vervanging 1 op 1 op basis van een nieuwe technologie. Deze vervanging kan worden gecombineerd met implementatie van ERTMS. ProRail wil een perspectief voor ERTMS schetsen, wat kan dienen als kader voor de vervanging van bestaande beveiligingssystemen.
3. De introductie van ERTMS-systemen voor zowel de Betuweroute als voor Amsterdam-Utrecht vindt plaats vanuit het BB21-programma bij ProRail. Dit ontwikkelingsprogramma loopt nu ten einde. ProRail wil helderheid verschaffen over de wijze waarop de implementatiestrategie van ERTMS op het hoofdnet aansluit op de reeds ontwikkelde ERTMS-systemen.¹

De belangrijkste hoofdconclusies van deze implementatiestrategie ERTMS zijn:

¹ Zie bijlage 3 voor toelichting van BB21 en de rode draad in de ontwikkeling van treinbeveiligingssystemen in de afgelopen jaren.

Hoofdconclusie 1: Ambieer implementatie van ERTMS Level 3, maar focus vooralsnog op ERTMS Level 2.

- ERTMS zet de gewenste en noodzakelijke ontwikkeling in van verschuiving van dure en complexe baangebonden installaties naar goedkopere en flexibele materieelgebonden installaties. De intelligentie komt in de toekomst in de trein. i.p.v. langs de baan
- De complexiteit van de infrastructuur wordt daarmee sterk verminderd, waardoor de onderhoudbaarheid, storingsgevoeligheid en de kosten van de infrastructuur op lange termijn sterk wordt gereduceerd.
- ERTMS Level 1 is voor de Nederlandse situatie niet geschikt voor grootschalige landelijke implementatie vanwege de ontbrekende meerwaarde (uitgezonderd interoperabiliteit) en de beperkingen in de infracapaciteit.²
- De meeste baten voor ProRail liggen in implementatie van ERTMS Level 3 door vervanging van onderhoudsintensieve treindetectie-systemen (spoorstroomlopen met ES-lassen of assentellers) in de infra door autolokalisatie in treinen. Optimalisatie van de infracapaciteit wordt hierdoor sterk vereenvoudigd.
- Tot op heden is ERTMS Level 3 nog niet ontwikkeld en is enkel ERTMS Level 1 en 2 beschikbaar. Aangezien de migratie van Level 2 naar Level 3 relatief het meest eenvoudig is, zullen voorbereidingen moeten worden gestart voor implementatie van ERTMS Level 2. Op het moment dat ERTMS Level 3 beschikbaar is, kan op korte termijn een migratie plaatsvinden.
- Naast snelle migreerbaarheid naar ERTMS Level 3, levert Level 2 reeds baten op voor zowel spoorwegondernemingen als inframanager.



Figuur 1: Strategische keuze: ERTMS Level 1, 2 of 3 [Bron: ProRail, NS]

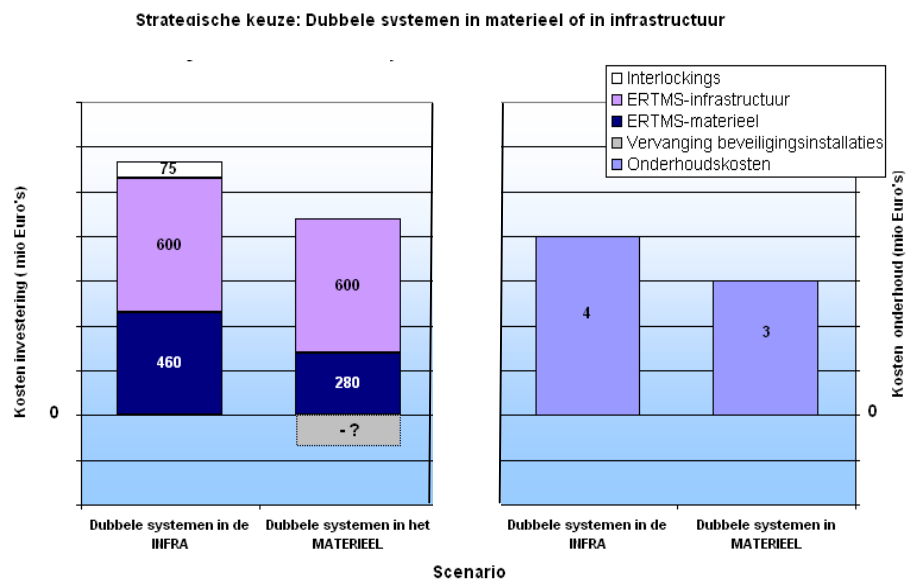
Toelichting bovenstaande figuur:

- De kosten van "ERTMS-infrastructuur" betreffen de meerkosten t.o.v. vervanging huidige treinbeveiligingsinstallaties. Door vervanging huidige systemen en implementatie ERTMS te combineren wordt een bepaald deel van de investeringen overbodig.
- De kosten van "ERTMS-materieel" is voor zowel Level 1 als 2 gelijk.

² In (complexe) situaties, waar op korte termijn interoperabiliteit noodzakelijk is, zijn 'tijdelijk' andere kostenefficiëntere en minder risicovolle oplossingen (zoals ERTMS Level 1) wel noodzakelijk.

Hoofdconclusie 2: De meest efficiënte invoering van ERTMS is een migratie via 'dubbele' systemen in het materieel. Hiermee worden de integrale kosten geminimaliseerd en worden de baten versneld geïncasseerd.

- De voor de spoorsector meest efficiënte benadering van de migratie naar een nieuwe beveiliging is het uitrusten van materieel met dubbele systemen (ERTMS + ATB-STM)
- Het meest optimaal is om binnen enkele jaren (big bang) het materieelpark van spoorwegondernemingen om te bouwen. Dit is de meest kostenefficiëntste oplossing, en zorgt dat de baten m.b.t. veiligheid, capaciteit en rijtijden en vermindering exploitatiekosten van spoorwegondernemingen, zo snel mogelijk na de investering worden geïncasseerd.



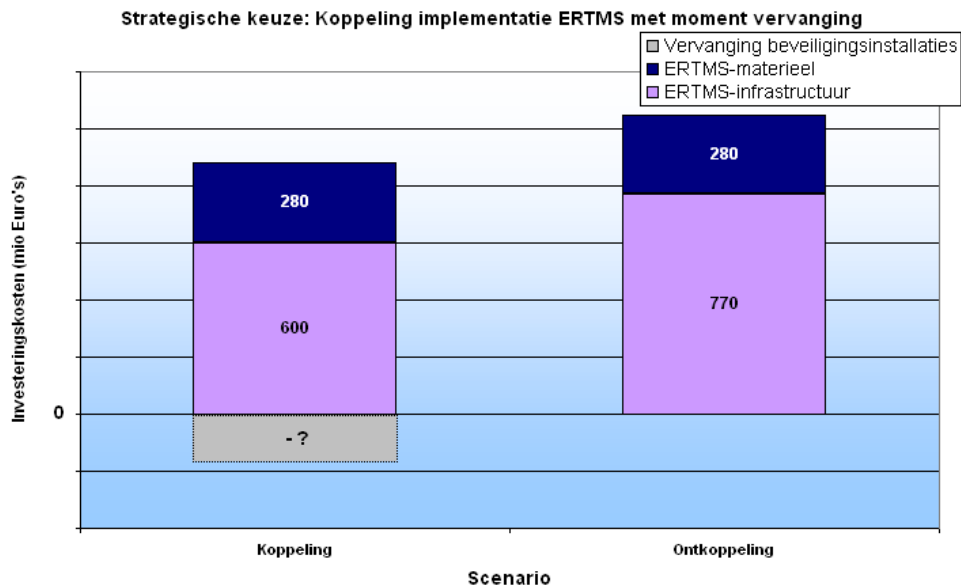
Figuur 2: Strategische keuze: Dubbele systemen in materieel vs in infrastructuur
[Bron: ProRail, NS]

Toelichting bovenstaande figuur:

- De kosten van "ERTMS-infrastructuur" betreffen de meerkosten t.o.v. vervanging huidige treinbeveiligingsinstallaties. Door vervanging huidige systemen en implementatie ERTMS te combineren wordt een bepaald deel van de investeringen overbodig.
- In de kosten voor "Dubbele systemen in het MATERIEEL" zijn zowel materieeleenheden railgoederenvervoerders, NS als wel een inschatting voor regionale spoorwegondernemingen meegenomen.
- In het scenario "Dubbele systemen in de INFRA" zijn ook de kosten voor materieel-ombouw significant hoger als gevolg van de kleine ombouwseries (ervaringscijfers uit Zwitserland).
- Er zullen aanvullende investeringen noodzakelijk zijn in de beveiliging (zgn. interlockings) om dubbele systemen in de INFRA mogelijk te maken.

Hoofdconclusie 3: Invoering van ERTMS per infra-corridor, gekoppeld aan de vervanging van de bestaande beveiligingssystemen, voorkomt inefficiënte investeringen.

- De infra-corridor benadering maakt een rationalisatie mogelijk van complexe interfaces en levert voor de gebruikers één type systeem op per infra-corridor.
- Het implementeren van ERTMS op het moment dat de levensduur van de huidige systemen op is, bespaart vervangingsinvesteringen en levert minder hinder op voor de klanten.
- Vanaf op z'n vroegst 2012 is verdere implementatie ERTMS zinvol. Dit is het gevolg van het evalueren van de huidige implementatie op HSL-Zuid, Betuweroute en Amsterdam-Utrecht en de noodzakelijke voorbereidingen voor een verdere landelijke implementatie van ERTMS-systemen.



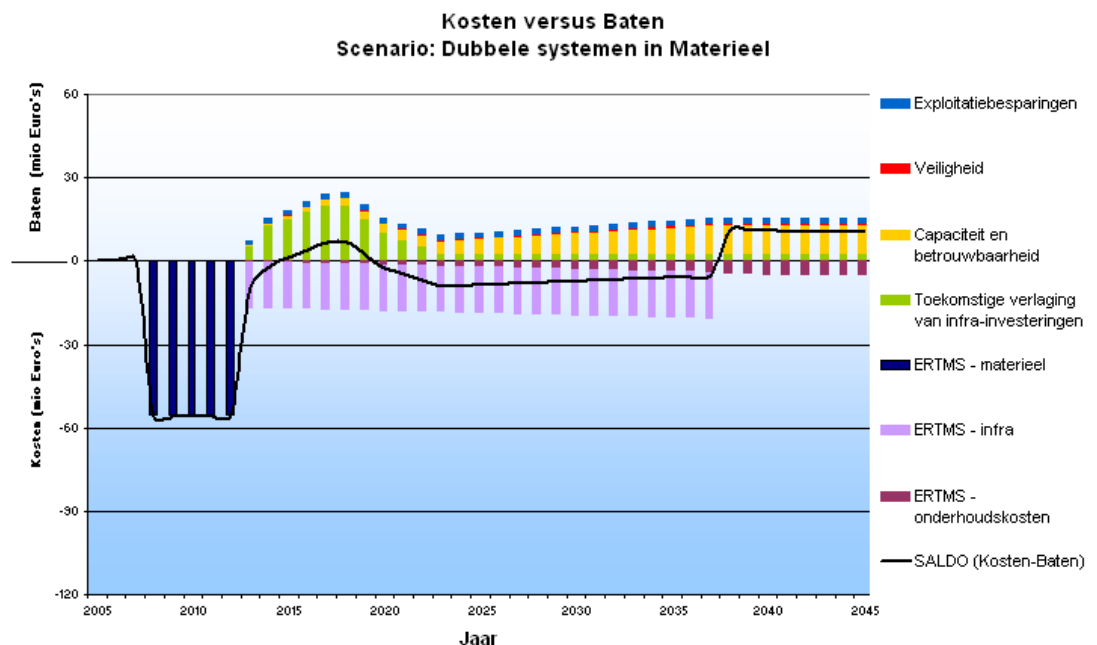
Figuur 3: Strategische keuze: Koppeling implementatie ERTMS met moment vervanging
[Bron: ProRail, NS]

Toelichting bovenstaande figuur:

- Door vervanging huidige systemen en implementatie ERTMS te combineren wordt een bepaald deel van de investeringen overbodig.
- Bij ontkoppelde uitvoering ERTMS en vervanging zijn extra kosten t.b.v. engineering, uitvoering, verwijderen van bestaande systemen en aanpassing bestaande interlockings noodzakelijk.

Hoofdconclusie 4: De aanwezige kansen, maar zeker ook de risico's en onzekerheden noodzaken om de voorbereidingen voor landelijke implementatie *nú* te starten.

- Op korte termijn is implementatie ERTMS noodzakelijk en zinvol voor een aantal infra-corridors. Voorbeelden hiervan zijn de eilanden Kijfhoek en Zevenaar op de Betuweroute en het traject Amsterdam – Utrecht – Geldermalsen – Den Bosch.
- Een beslissing tot landelijke *implementatie* van ERTMS is op korte termijn niet opportuun. In de huidige situatie zijn namelijk nog onzekerheden aanwezig, die een groot effect (kunnen) hebben op de kosten. Echter het onderschrijven als *streefbeeld en ambitie* op langere termijn is onvermijdelijk.
- Focus in de komende periode (2007-2008) wel op het verder ontwerpen van kosteneffectieve migratiepaden, om op nader te bepalen tijdstippen het besluit te nemen om de migratie naar ERTMS daadwerkelijk te starten voor bepaalde infra-corridors.
- Voer deze vervolgstappen gecoördineerd uit in de spoorsector, in samenhang en gezamenlijk met alle betrokken organisaties.
- Uitstel van deze voorbereidende activiteiten is geen optie; deze activiteiten moeten te allen tijde worden uitgevoerd en langer wachten zorgt voor mogelijke grotere risico's.
- Op deze wijze wordt vanaf 'morgen' actief gestuurd vanuit de spoorsector op de kosten en de baten als bepalende factoren van de businesscase van een verdere implementatie van ERTMS in Nederland.



Figuur 4: Businesscase Kosten versus Baten

Hoofdconclusie 5: *Acties zijn noodzakelijk om de businesscase voor ERTMS voor landelijke implementatie te verbeteren.*

- Vertaal de operationele en technologische leerervaringen van ERTMS op de HSL, Betuweroute en Amsterdam-Utrecht naar verbeterpunten voor het Nederlandse concept voor 'grootschalige' implementatie ERTMS in materieel en infrastructuur.
- Besluit tot een sectorbreed Implementatieteam met target kostenreductie (bijv: -30%) en batenmaximalisatie:
 - Combinatie ERTMS op moment vervanging treinbeveiligingsinstallaties.
 - Engineering en prototyping retrofit materieel (ERTMS + ATB-STM).
- Betrek hierbij nadrukkelijk (externe) kennispartners (industrie, ingenieursbureau's, Europese railinframanagers, etc.) en kom tot optimalisatie implementatie ERTMS.
- Beproof een ombouw van spoorlijnen in exploitatie van nader te bepalen omvang (een knooppunt, een infra-corridor), voordat een grootschalige implementatie plaatsvindt.
- Monitor, en stimuleer indien nodig, de ontwikkeling van ERTMS Level 3. Bereidt de migratie naar ERTMS Level 3 voor, door ERTMS Level 2 reeds te implementeren.

Inhoudsopgave

MANAGEMENT-NOTITIE	3
1 INLEIDING.....	11
1.1 AANLEIDING IMPLEMENTATIESTRATEGIE ERTMS VOOR GEHEEL NEDERLAND	11
1.2 PROCES EN VERANTWOORDING	12
1.3 LEESWIJZER	12
2 IMPLEMENTATIESTRATEGIE ERTMS VOOR NEDERLAND.....	13
2.1 STRATEGIE VERTAALD NAAR RESULTAAT	13
2.2 STRATEGIE OP HOOFDLIJNEN.....	13
3 ONDERBOUWING VAN DE STRATEGISCHE KEUZES	15
3.1 STRATEGISCHE KEUZE: DE SYSTEEMKEUZE VOOR ERTMS.....	15
3.2 STRATEGISCHE KEUZE: MIGRATIE VIA DUBBELE SYSTEMEN IN MATERIEEL OF IN INFRA	16
3.3 STRATEGISCHE KEUZE: (ONT-)KOPPELING ERTMS MET VERVANGING HUIDIGE SYSTEMEN	18
3.4 STRATEGISCHE KEUZE: OMBOUWSTRATEGIE ERTMS IN MATERIEEL	19
4 STREEFBEELDEN NATIONALE IMPLEMENTATIE ERTMS.....	21
4.1 JURIDISCHE CONTEXT	21
4.2 HOGE SNELHEIDSBAANVAKKEN.....	21
4.3 INTEROPERABILITEIT	22
4.4 CAPACITEIT	22
4.5 ERTMS GECOMBINEERD MET VERVANGING TREINBEVEILIGINGSINSTALLATIES	23
4.6 RESULTAAT	23
5 BUSINESSCASE	25
5.1 BATEN IMPLEMENTATIE ERTMS	25
5.2 SCENARIO'S	28
5.3 MIGRATIE VIA DUBBELE SYSTEMEN IN MATERIEEL.....	29
5.4 MIGRATIE VIA DUBBELE SYSTEMEN IN INFRASTRUCTUUR	30
6 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	31
BIJLAGE 1: WAT IS ERTMS?.....	33
BIJLAGE 2: AFKORTINGENLIJST.....	37
BIJLAGE 3: RODE DRAAD BB21 EN ONTWIKKELINGEN IN DE AFGELOPEN JAREN....	39
BIJLAGE 4: STREEFBEELDEN IMPLEMENTATIE ERTMS IN NEDERLAND	39

1 Inleiding

Het European Rail Traffic Management System (ERTMS) is de nieuwe standaard voor treinbeïnvloedingssystemen in Europa. ERTMS leidt tot een doorbraak in de totstandkoming van technische harmonisatie van het Europees spoorstelsel. De huidige 20 verschillende nationale treinbeïnvloedingssystemen worden op termijn vervangen door deze standaard.

ERTMS draagt bij aan de vergroting van de concurrentiekracht van het spoorvervoer in Europa. Het levert op internationale corridors operationele en commerciële voordelen op voor spoorwegondernemingen. Deze nieuwe technologie wordt in Nederland op dit moment geïmplementeerd op de nieuwe internationale spoorlijnen HSL-Zuid en de Betuweroute.

Naast harmonisatie van een technologie gaat door de ontwikkeling van ERTMS een concurrerende markt van leveranciers ontstaan. Zo zijn er momenteel zes verschillende concurrerende aanbieders van ERTMS in Europa, die zowel voor de trein als voor de infrastructuur onderling functioneel uitwisselbare treinbeïnvloedingssystemen leveren. Op bestaande spoorlijnen in Nederland is invoering van ERTMS gewenst op (middel-)lange termijn; de vraag is hoe te implementeren?

De invoering van ERTMS is complex. De moeilijkheid is niet zozeer de techniek, maar de migratie van oud naar nieuw op bestaande spoorlijnen waar iedere dag honderden treinen rijden met reizigers en lading. De beveiligingstechnologie en de bijbehorende interactie met de trein en de machinist vormt daarbij het hart van het spoorstelsel. Gezien deze verwevenheid is het bij de invoering van ERTMS gewenst dat er geen hinder ontstaat voor spoorwegondernemingen en hun klanten. Daarnaast is het noodzakelijk om gedurende de migratieperiode de kosten te minimaliseren en de baten te maximaliseren en tegelijkertijd de veiligheid en beschikbaarheid van de bestaande beveiligingssystemen te garanderen.

Dit rapport beschrijft deze mogelijke strategieën voor implementatie van ERTMS in Nederland. De strategische keuzes en het eindadvies zijn onderbouwd en geven vanuit de specifieke Nederlandse situatie richting aan de toekomst van het spoorverkeer in Nederland.

1.1 Aanleiding implementatiestrategie ERTMS voor geheel Nederland

Het is nu om verschillende redenen noodzakelijk om een implementatiestrategie op te stellen voor de verdere uitrol van ERTMS voor het Nederlandse spoorwegnet. Deze redenen zijn:

1. De Europese Commissie neemt verdergaande maatregelen om de interoperabiliteit van het spoor te vergroten in Europa. Daartoe heeft het elke lidstaat verplicht gesteld uiterlijk najaar 2007 een implementatieplan ERTMS te hebben opgesteld conform de Technical Specification for Interoperability Control, Command & Signalling (TSI CCS).
2. In 2008 start de grootschalige vervanging van de oude, op relaistechnologie gebaseerde beveiligingssystemen in het Nederlandse spoorwegnet, inclusief het bestaande systeem voor treinbeveiliging, ATB. Daarbij moet een keuze worden gemaakt wanneer vervanging van de bestaande ATB technologie door ERTMS mogelijk is. ProRail wil een perspectief voor ERTMS schetsen als kader voor deze vervanging.

ProRail

- De introductie van ERTMS-systemen voor bijvoorbeeld de Betuweroute vindt momenteel plaats vanuit ProRail (het zgn. BB21-programma, zie bijlage 3 voor toelichting). Dit ontwikkelingsprogramma loopt nu ten einde. ProRail wil helderheid verschaffen waar de reeds ontwikkelde ERTMS-systemen op het hoofdrailnet worden geïmplementeerd.

1.2 Proces en verantwoording

Dit rapport is totstandgekomen in samenwerking met partijen in de spoorsector.

Tabel 1: Deelnemers sectoroverleg "Implementatiestrategie ERTMS"

ORGANISATIE	DEELNEMER	FUNCTIE
NS	Tjeu Smeets	Strategisch Adviseur
	Jos Holtzer	Hoofd Materieelbeleid en Infrastructuur
Railion	Bert van Son (t/m mei 2006) ³	Projectmanager Materieelmanagement
NedTrain Consulting	Willie Notten	Hoofd afd. Beveiligingssystemen
ProRail	Hugo van den Berg ⁴	Programmamanager Netwerkontwikkeling
	Maarten van der Werff	Manager Systeemontwikkeling en Migratie
	Henri van Houten ⁵	System Manager ERTMS
	Alexander van Andel	Strategy Development Manager

Hierbij is van grof naar fijn gewerkt en is met behulp van hypothesen de hoofdvragen van de implementatiestrategie vastgesteld. Deze hoofdvragen en overige noties zijn vastgelegd in de notitie met strategische keuzes (de "101-punten notitie"). Als vervolg hierop is een businesscase uitgewerkt waarin de hoofdvragen onderbouwd worden met (zoveel mogelijk) kwantitatieve kentallen. Deze rapportage geeft hier invulling aan.

De beschreven strategieën zijn nog niet onderzocht op de effecten op de meerjarenbegroting van ProRail. De kentallen met betrekking tot de consequenties van ERTMS op de bedrijfsvoering van spoorwegondernemingen en de kosten van inbouw in materieel, zijn ingebracht door betrokken deskundigen van de betreffende spoorwegondernemingen. De relevante kostenkentallen van infrasystemen zijn totstandgekomen in samenwerking tussen ProRail Spoorontwikkeling en ProRail Inframangement Treinbeveiliging. Hierbij zijn de ervaringen uit de huidige implementatieprojecten van ProRail verwerkt. Echter gezien de beperkte ERTMS-projecten in Europa zijn de komende jaren geen stabiele handelsprijzen te verwachten.

1.3 Leeswijzer

Het rapport is opgebouwd in een vijftal hoofdstukken.

- Hoofdstuk 2: Beschrijving van de implementatiestrategie ERTMS voor Nederland.
- Hoofdstuk 3: Toelichting en onderbouwing van de belangrijkste strategische keuzes.
- Hoofdstuk 4: Vertaling van de strategie naar streefbeelden voor de implementatieplanning.
- Hoofdstuk 5: Uitwerking van de businesscase aan de hand van twee invoeringsscenario's.
- Hoofdstuk 6: Afsluiting met conclusie en aanbevelingen.

Voor de niet-ingewijden is in bijlage 1 en 2 een korte toelichting gegeven over ERTMS, de bijbehorende Levels of Application en zijn de veel gebruikte afkortingen toegelicht.

³ De afstemming met railgoederenvervoerders is per mei 2006 verbreed naar alle leden van de BRG en is in aparte sessie georganiseerd.

⁴ Tevens ProRail vertegenwoordiger in het Management-Committee voor invoering ERTMS op Rotterdam-Genua

⁵ Tevens vanuit ProRail National Project Manager ERTMS en vertegenwoordiger van de EIM bij User Group ERTMS.

2 Implementatiestrategie ERTMS voor Nederland

Introductie van ERTMS op bestaande spoorlijnen introduceert een complex migratievraagstuk, doordat er tijdelijk 'dubbele' systemen noodzakelijk zijn in de infrastructuur ofwel in het materieel. Dit migratievraagstuk vraagt om een sectorbrede en integrale strategie op welke wijze de eerste stap wordt gemaakt.

De implementatiestrategie ERTMS voor Nederland is uniek; het eindadvies is een sectorbrede strategie waarmee de baten versneld worden geïncasseerd door het materieel te voorzien van dubbele systemen en waarmee efficiënte investeringen voor de Nederlandse spoorsector worden gegarandeerd. Deze integrale aanpak resulteert tevens in een eenvoudige implementatiestrategie met ontkoppelingen tussen materieel- en infrastructuur. Hierdoor wordt de continuïteit van de treindienst gegarandeerd en wordt de benodigde flexibiliteit gecreëerd in ombouw materieel en infrastructuur.

2.1 Strategie vertaald naar resultaat

De invoering van ERTMS levert een gestandaardiseerd treinbeïnvloedingsstelsel op.

- Op korte termijn creëert ERTMS, door harmonisatie van technische systemen, toegevoegde waarde voor met name internationaal opererende spoorwegondernemingen.
- Op middellange termijn is ERTMS van belang voor nationaal georiënteerde baanvakken, waarbij verbetering van bestaande systemen onvoldoende resultaat oplevert op het gebied van veiligheid, betrouwbaarheid, onderhoudbaarheid en capaciteit van de infrastructuur. Daarnaast is ERTMS van belang waar ambities van de spoorsector op het gebied van snelheid en rijtijden nieuwe beveiligingssystemen vereisen.
- Op langere termijn biedt ERTMS als gestandaardiseerd (Europees) treinbeïnvloedingsstelsel de beste mogelijkheid om de functie treinbeveiliging en -beïnvloeding in te vullen.

2.2 Strategie op hoofdlijnen

Belangrijke keuzemogelijkheden bij de implementatie van ERTMS zitten in het vaststellen van (1) systeemkeuze en migratiestrategie (2) het startmoment, (3) het tempo, en (4) de eindambitie van het ERTMS-netwerk in Nederland inclusief alle bijbehorende acties. Op deze keuzemogelijkheden zijn samenhangende strategische keuzes noodzakelijk om te komen tot een 'slimme' implementatiestrategie. In onderstaande tabel is dit weergegeven:

Tabel 2: Implementatiestrategie ERTMS op hoofdlijnen

	MATERIEEL	INFRASTRUCTUUR
1. Systeemkeuze	ERTMS + ATB-STM	Korte Termijn: ERTMS Level 2 Lange Termijn: ERTMS Level 3
2. Startmoment	2009 (gereed: 2012)	Vanaf 2012
3. Tempo	Big Bang: binnen enkele jaren gehele materieelpark ombouwen.	Per infra-corridor, afhankelijk van: 1. eisen snelheid >160 km/u 2. interoperabiliteit-eisen 3. capaciteit en functionaliteit 4. moment vervanging treinbeveiligingssystemen
4. Eindambitie	Gehele materieelpark gereed in 2012	Gehele railnetwerk in 2035 voorzien van ERTMS (-componenten).

3 Onderbouwing van de strategische keuzes

Er worden 4 strategische keuzes onderscheiden in de opbouw van de implementatiestrategie:

1. De systeemkeuzes voor ERTMS (Level 1, Level 2 of Level 3);
2. Migratie via dubbele systemen in het materieel of in de infrastructuur;
3. Koppeling of ontkoppeling invoering ERTMS met vervanging huidige installaties;
4. Ombouwstrategie ERTMS in materieel.

Deze strategische keuzes worden in de volgende paragrafen toegelicht.

3.1 Strategische keuze: De systeemkeuze voor ERTMS

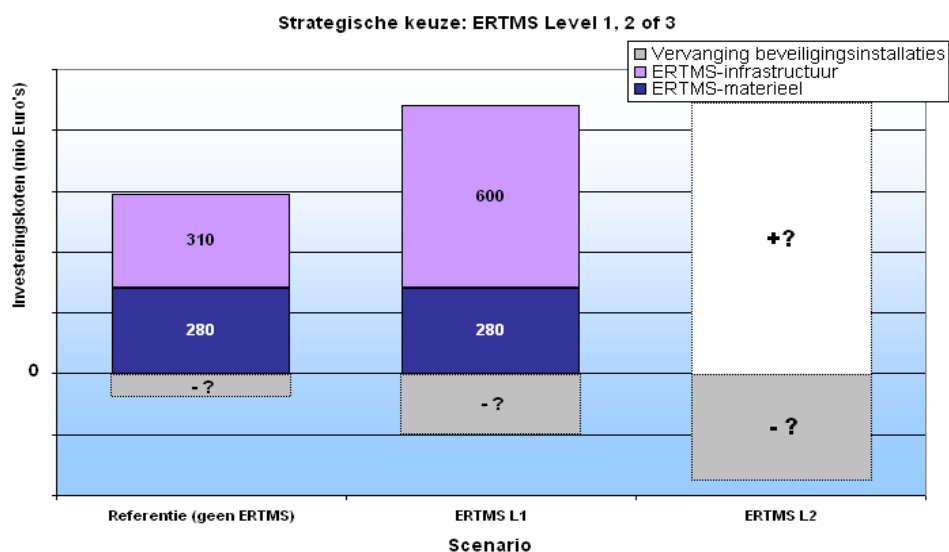
ERTMS zet de ontwikkeling in van verschuiving van dure en complexe baangebonden beveiliging naar minder kostbare en flexibele materieelgebonden beveiliging. Binnen ERTMS is een keuze te maken tussen Level 1, Level 2 of Level 3. Subvarianten als Limited Supervision of Radio Infill zijn niet geschikt voor de Nederlandse situatie.

3.1.1 Advies

De ambitie voor Nederland voor de lange termijn is dan ook ERTMS Level 3. De meeste (maatschappelijke) baten liggen in implementatie van ERTMS Level 3 door vervanging van onderhoudsintensieve treindetectie-systemen (spoorstroomlopen met ES-lassen en assentellers) in de infra door autolokalisatie in treinen. Die Level 3-versie zal voorlopig niet leverbaar zijn. Voor de korte termijn (d.w.z. de eerste 10-15 jaar) is implementatie van ERTMS Level 2 als opmaat voor een migratie naar Level 3 het meest geschikt vanuit herbruikbaarheid architectuur en deelsystemen. Level 1 wordt voor de Nederlandse situatie niet geschikt geacht voor grootschalige landelijke implementatie vanwege de ontbrekende meerwaarde (uitgezonderd interoperabiliteit) en de beperkingen in de capaciteitsbenutting van de infra.⁶

3.1.2 Onderbouwing

Onderstaande figuur geeft de investeringen weer die realisatie van deze keuzes vergt:



Figuur 5: ERTMS L1, 2 of 3 t.o.v. referentie vervangingsplan [Bron: NS, ProRail]

⁶ In (complexe) situaties, waar op korte termijn interoperabiliteit noodzakelijk is, zijn 'tijdelijk' andere kostenefficiëntere en minder risicovolle oplossingen (zoals ERTMS Level 1) wel noodzakelijk.

Toelichting:

- De referentie gaat uit dat ERTMS niet verder wordt geïmplementeerd in Nederland. Daartoe blijven investeringen noodzakelijk voor het volledig vervangen van de beveiligingsinstallaties in Nederland. Deze vervanging wordt uitgevoerd door het programma Mistral bij ProRail Inframangement (orde grootte € 5 mia en doorlooptijd van ca. 30 jaar).
- De kosten van “ERTMS-infrastructuur” betreffen de meerkosten t.o.v. vervanging huidige treinbeveiligingsinstallaties. Bij gelijktijdige uitvoering implementatie ERTMS en vervanging huidige systemen zijn lagere meerkosten (investeringen) mogelijk als gevolg van de functionaliteit van ERTMS. In hoeverre deze incasseerbaar zijn moet blijken uit de praktijk .
- In de kosten voor ombouw materieel zijn zowel materieeleenheden railgoederenvervoerders als NS meegenomen. De kosten van “ERTMS-materieel” is voor zowel Level 1 als 2 gelijk verondersteld.
- De kosten voor implementatie ERTMS Level 3 zijn nog niet in te schatten.

Naast kosten spelen baten een rol in de systeemkeuze. De totale beoordeling van de systeemkeuze is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3: Onderbouwing systeemkeuze ERTMS Level 1, 2 of 3

			LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3
Kosten (mio's)	Infra	Investering	€ 310 mio (+20% / -20%)	€ 600 mio (+40% / -20%)	> € 600 mio
		Onderhoud	+2 mio per jaar (+20% / -20%)	+3 mio per jaar (+20% / -20%)	Besparing
	Materieel	Investering	€ 280 mio (+25% / -40%)	€ 280 mio (+25% / -40%)	> € 280 mio
		Onderhoud	+0 mio per jaar	+0 mio per jaar	onbekend
Baten (mio's)	Besparing op Lange Termijn vervangingsplan Treinbeveiligingssystemen		+	++	+++
	Capaciteit & betrouwbaarheid		-	++	++
	Veiligheid	STS'n	+	+	+
		Baanwerkers	0	++	+++
	Rijtijden		0	+	+
	Exploitatiekosten spoorwegondernemingen		0	++	++

3.2 Strategische keuze: Migratie via dubbele systemen in materieel of in infra

Tijdens de implementatieperiode is een tijdelijke tussenoplossing noodzakelijk om de migratie van ATB naar ERTMS mogelijk te maken. Tijdens deze (langdurige) migratieperiode moeten voorkomen worden dat beperkingen optreden in de bedrijfsvoering van spoorwegondernemingen. Daarnaast is flexibiliteit noodzakelijk in ombouw van de railinfrastructuur.

Gedurende de migratie kunnen twee oplossingen worden toegepast: (1) 'dubbele' systemen in het materieel of (2) dubbele systemen in de infrastructuur.

3.2.1 Advies

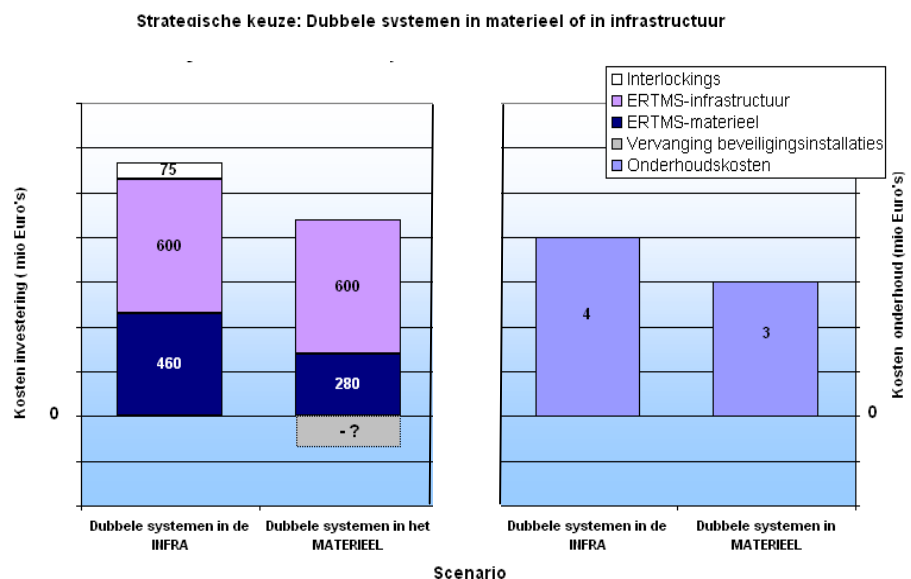
De voor de spoorsector meest effectieve implementatiestrategie ERTMS is om tijdens de migratieperiode het materieel te voorzien van dubbele systemen (ATB-STM en ERTMS). Een grootschalige implementatie van kwetsbare dubbele systemen in de infrastructuur (zowel ATB als ERTMS) is dan ook niet noodzakelijk.

3.2.2 Onderbouwing

Bij dubbele systemen in het materieel wordt er van uitgegaan dat materieel wordt voorzien van een zogenaamde ATB-STM die de trein is staat stelt zowel op ATB- als op ERTMS baanvakken te rijden. Hierdoor kan spoorwegmaterieel onbelemmerd op het gehele Nederlandse spoorwegnet worden ingezet, ook tijdens de migratieperiode. Dit verleent ProRail de nodige flexibiliteit in de ombouw van de railinfrastructuur: vervangingen van de bestaande systemen kunnen plaatsvinden op het moment dat de noodzaak daartoe zich aandient en uitgevoerd met een minimum aan overlast voor het dagelijkse treinverkeer.

Dubbele systemen in de infrastructuur houdt in dat zowel ATB- als ERTMS-apparatuur in de infra wordt aangebracht. In dit scenario kunnen zowel treinen met ATB als met ERTMS-functionaliteit op omgebouwde infra-corridors rijden. Treinen met alleen ERTMS aan boord kunnen echter niet worden ingezet op de rest van het net. In deze vorm is sprake van het aanleggen van dubbele systemen en, na afloop van de migratieperiode, het verwijderen van de ATB-beveiliging. Dat betekent dubbele hinder voor het treinverkeer en heeft het risico dat dan alsnog een deel van het materieelpark zal moeten worden omgebouwd.

Tijdens de migratiefase zijn dubbele systemen in het materieel het meest geschikt. De kosten voor beide scenario's zijn in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 6: Dubbele systemen in materieel of in infrastructuur [Bron: NS, ProRail]

Toelichting bovenstaande figuur:

- De kosten van “ERTMS-infrastructuur” betreffen de meerkosten t.o.v. vervanging huidige treinbeveiligingsinstallaties. Door vervanging huidige systemen en implementatie ERTMS te combineren wordt een bepaald deel van de investeringen overbodig.
- In de kosten voor “Dubbele systemen in het MATERIEEL” zijn zowel materieleenheden railgoederenvervoerders, NS als wel een inschatting voor regionale spoorwegondernemingen meegenomen.
- In het scenario “Dubbele systemen in de INFRA” zijn ook de kosten voor materieel-ombouw significant hoger als gevolg van de kleine ombouwseries.⁷
- Er zullen aanvullende investeringen noodzakelijk zijn in de beveiliging (“Interlockings”) om dubbele systemen in de INFRA mogelijk te maken.

Onderstaande tabel geeft een nadere detaillering van de uitkomsten.

Tabel 4: Onderbouwing dubbele systemen in materieel of in infrastructuur

CRITERIUM		DUBBELE SYSTEMEN IN INFRASTRUCTUUR	DUBBELE SYSTEMEN IN MATERIEEL
Kosten	Investering	€ 1.135 mio (+35% / -25%)	€ 880 mio (+25% / -30%)
	Onderhoud	+ € 4 mio (+20% / -20%)	+ € 3 mio (+20% / -20%)
Voordelen		<ul style="list-style-type: none"> • Implementatie ERTMS in infra is onafhankelijk van doorlooptijd ombouw materieel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baten (veiligheid, capaciteit en reistijd, etc.) worden sneller geïncasseerd. • Lagere totale investeringskosten infrastructuur a.g.v. minder infra-systemen. • Lagere totale investeringskosten materieel a.g.v. seriegrootte voordeel. • Hogere betrouwbaarheid infra en treindienst a.g.v. minder systemen infrastructuur • Toekomstvaste systeemkeuze door keuze standalone-systeem.

3.3 Strategische keuze: (Ont-)Koppeling ERTMS met vervanging huidige systemen

In het ProRail Lange Termijn VervangingsPlan is voor de periode 2008-2018 de vervanging van de oudste relais-installaties opgenomen. Met deze vervanging wordt de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de beveiligingssystemen geborgd. Meer recente installaties zullen later worden vervangen, het programma loopt door tot circa 2035. Een strategische keuze is of en wanneer de implementatiestrategie ERTMS wordt gecombineerd met de vervanging van bestaande installaties op bepaalde corridors.

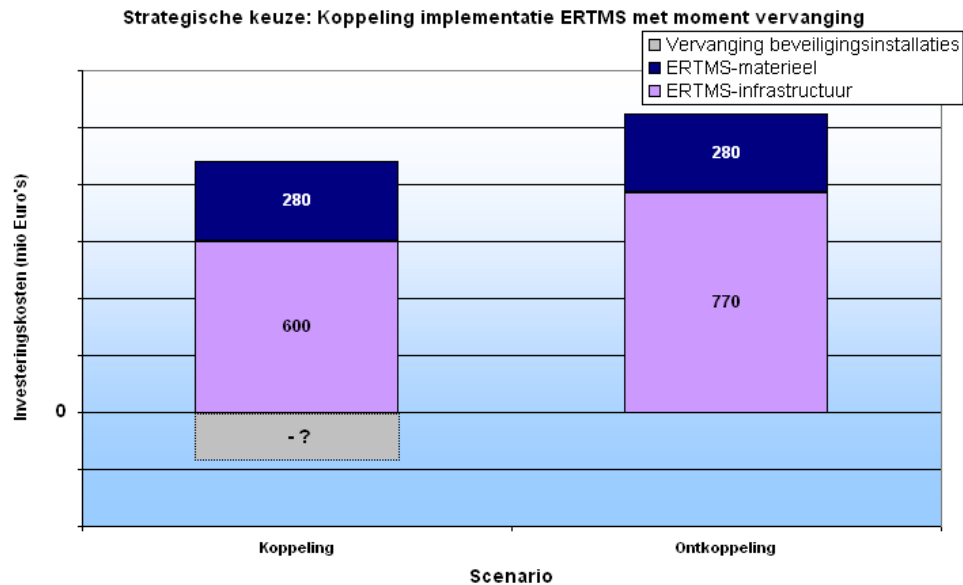
3.3.1 Advies

Koppel het moment van implementatie ERTMS met het moment van vervanging van treinbeveiligingsinstallaties vanwege kostenvoordelen (à €340 mio) en hinder voor de treindienst. Deze koppeling is opportuun vanaf (op z'n vroegst) 2012.

⁷ Ervaringscijfers in onder andere Zwitserland geven aan dat de kosten per materieleenheid bij kleine series (<40 eenheden) kunnen verdubbelen / verdrievoudigen t.o.v. grotere series (>200 eenheden). Dit geldt zowel voor ERTMS als voor het huidige ATB.)

3.3.2 Onderbouwing

De kosten voor beide scenario's zijn in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 7: Koppeling vs ontkoppeling met vervangmoment [Bron: ProRail]

Toelichting:

- Door vervanging huidige systemen en implementatie ERTMS te combineren wordt een bepaald deel van de investeringen overbodig. Door vervanging huidige systemen en implementatie ERTMS te combineren wordt een deel van de investeringen overbodig.
- Bij ontkoppelde uitvoering ERTMS en vervanging zijn extra kosten t.b.v. engineering, uitvoering, verwijderen van bestaande systemen en aanpassing bestaande interlockings noodzakelijk.

Onderstaande tabel geeft een nadere detaillering van de uitkomsten.

Tabel 5: Onderbouwing (ont-)koppeling ERTMS met vervanging huidige systemen

Criterion	KOPPELING	ONTKOPPELING
Kosten Vervanging (mio's)	€ 880 mio (+25% / -25%)	€ 1.050 mio (+30% / -25%)
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> • Lagere totale investeringskosten implementatie ERTMS. • Minder buitendienststellingen en hinder voor treindienst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Meer flexibiliteit in planning implementatie ERTMS in Nederland.

3.4 Strategische keuze: Ombouwstrategie ERTMS in materieel

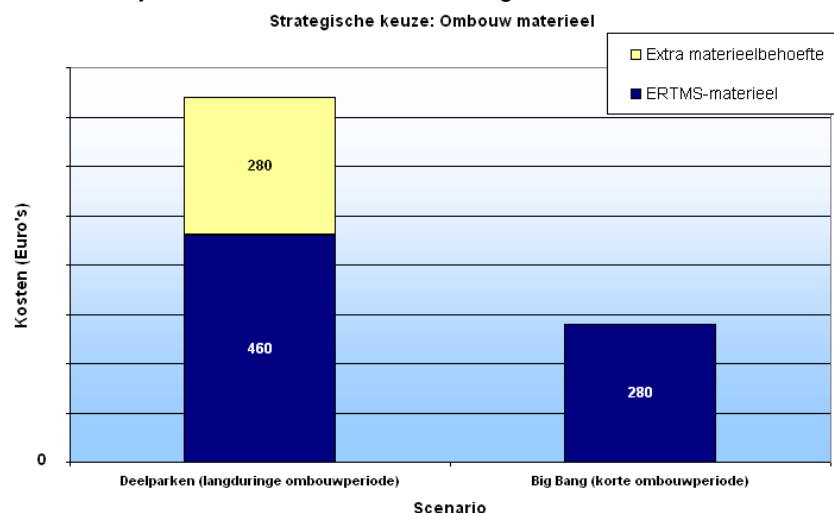
Ombouw van het materieel kan worden gevarieerd van een 'big bang' (in enkele jaren) tot koppeling aan natuurlijke vervangingsmomenten van instroom van nieuw materieel (langdurige migratieperiode). Bij de laatste is het onontkoombaar dat tijdens deze periode deelparken ontstaan, nl. nieuw materieel dat voorzien is van ERTMS + ATB-STM en materieel dat nog enkel is uitgerust met het ATB-systeem. In beide varianten is de ombouw van het materieel in principe ontkoppeld met de implementatie van ERTMS op infra-corridors.

3.4.1 Advies

Voorzie het materieel in één big bang (bouwstroom, 2012 gereed) van nieuwe installaties.

3.4.2 Onderbouwing

Twee scenario's zijn kwantitatief en kwalitatief uitgewerkt.



Figuur 8: Investeringskosten materieelombouw [Bron: NS]

Toelichting:

- De seriegrootte van de ombouw is mede bepalend voor de kosten. Ervaringscijfers in onder andere Zwitserland geven aan dat de kosten per materieeleenheid bij kleine series (<40 eenheden) kunnen verdubbelen / verdrievoudigen t.o.v. grotere series (>200 eenheden). Dit geldt zowel voor ERTMS als voor het huidige ATB.
- De bedrijfsvoering van spoorwegondernemingen met deelparken (materieelpark met ATB en materieelpark ERTMS + ATB-STM) noodzaakt tot extra materieel (zgn. versnijdingverlies). Dit versnijdingverlies wordt ingeschat op ca 5% van het totale materieelpark.

Onderstaande tabel geeft een nadere detaillering van de uitkomsten.

Tabel 6: Onderbouwing strategie ombouw materieel

CRITERIUM	OMBOUW IN MEERDERE KEREN (DEELPARKEN)	OMBOUW IN 1 KEER (BIG BANG)
Kosten (mio's)	€ 740 mio (+30% / -35%)	€ 280 mio (+25% / -40%)
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> • Lagere kapitaalkosten a.g.v. latere investering 	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenvoordeel mogelijk door grote seriematige ombouw • Logistieke planning eenvoudig, ook bij bijsturing en calamiteiten

4 Streefbeelden nationale implementatie ERTMS

Streefbeelden voor een nationaal implementatieplan voor ERTMS worden in dit hoofdstuk uitgewerkt en toegelicht aan de hand van de eerder beschreven strategie. Deze streefbeelden zijn opgesteld voor diverse termijnen, die met de huidige kennis van zaken wenselijk én haalbaar worden geacht. Daarbij zijn de verplichtingen vanuit de Nederlandse spoorwegwet en de Europese interoperabiliteits-richtlijnen meegenomen.

Bij het opstellen van deze streefbeelden is zoveel mogelijk rekening gehouden met de noodzakelijke vervangingsmomenten voor treinbeveiligingsapparatuur en instroommomenten van nieuw materieel. Het nationaal implementatieplan ERTMS kent dan ook een beheerst tempo; het implementatieplan loopt door tot circa 2035.

4.1 Juridische context

De totstandkoming van dit implementatieplan wordt deels gedreven door de verplichting vanuit de EU. Daarnaast stelt de spoorwegwet dat de Nederlandse hoofdspoorweginfrastructuur moet voldoen aan de eisen van de Europese interoperabiliteitsrichtlijnen 96/48/EG (voor hogesnelheidslijnen) of 2001/16/EG (voor conventionele lijnen) en de bijbehorende Technical Specifications for Interoperability for Control, Command & Signalling (TSI CCS).

De TSI CCS geeft voorschriften voor implementatie van ERTMS in Europa. Aanvullend op de HSL-Zuid, de Betuweroute en Amsterdam-Utrecht, geldt voor Nederland in eerste instantie de verplichting om de Hanzelijn en knooppunt Arnhem (bij aanleg vrije kruising) te voorzien van ERTMS. Op korte termijn zal een definitieve toets moeten plaatsvinden. Verder is er geen verdere verplichting om overige corridors op korte termijn te voorzien van ERTMS.

4.2 Hoge snelheidsbaanvakken

Vanuit Europese regelgeving is invoering van ERTMS verplicht op (toekomstige) hogesnelheidslijnen. Aangezien het huidige ATB-systeem niet geschikt is voor snelheden hoger dan 160 km/u, wordt ERTMS Level 2 ingebouwd. Dit betreft de volgende infra-corridors.

Tabel 7: Implementatie van ERTMS a.g.v. hoge snelheid⁸

PLANNING	INFRA-CORRIDOR	TOELICHTING
2007	HSL-Zuid	Enkel de nieuwe lijngedeelten
2008	Amsterdam Muiderpoort – Utrecht	Incl. Utrechtboog
2013	Hanzelijn ⁹	Lelystad – Kampen - Zwolle

⁸ Dit betreft de huidige infra-corridors met baanvaksnelheden >160 km/u. Implementatie van ERTMS op de corridor Utrecht - Arnhem (inclusief knooppunt Arnhem) is noodzakelijk, indien besloten wordt tot verhoging van de snelheid op deze corridor. Vanuit toegevoegde waarde beredeneerd is implementatie ERTMS op enkel knooppunt Arnhem niet zinvol.

⁹ In de algemene toelichting bij het Tracébesluit van de Hanzelijn staat op bladzijde 12: "Tenslotte is in het Trans Europese Netwerk (TEN) voor spoorvervoer de Hanzelijn onderdeel van een nog te ontwikkelen internationale verbinding (Berlijn-lijn). Om deze reden zal de Hanzelijn geschikt moeten zijn voor snelheden tot 200 km/uur om medegebruik door internationale (hogesnelheids)treinen mogelijk te maken." Als gevolg van deze eis is ERTMS noodzakelijk.

4.3 Interoperabiliteit

De focus voor de implementatie van ERTMS in Europa ligt op dit moment voornamelijk op de internationale (goederen)-corridors. De Europese Commissie stimuleert de implementatie van ERTMS op deze corridors om op korte termijn interoperabiliteit in beveiligingssystemen te garanderen. Dit levert voor internationale (railgoederen-)vervoerders operationele en commerciële voordelen op.

Hierbij staat de corridor Rotterdam - Genua sterk in de belangstelling en wordt internationaal alom 'geprezen' om aanpak en resultaat. De Ministers van de betrokken landen hebben in een Memorandum of Understanding afgesproken op de gehele corridor ERTMS in te voeren in 2012 (deels 2015). De gezamenlijke Inframanager hebben dit streven overgenomen (Letter of Intent getekend) en hebben inmiddels een Management Committee opgericht. Vanuit interoperabiliteit worden de volgende infra-corridors voorgesteld om te worden voorzien van ERTMS.

Tabel 8: Implementatie van ERTMS a.g.v. interoperabiliteit

PLANNING	INFRA-CORRIDOR	TOELICHTING
2007	Betuweroute	A15-tracé incl. Havenspoorlijn.
2012	Eilanden Betuweroute (Zevenaar – grens en Kijfhoek - Barendrecht)	Voorzien is combinatie met ombouw 1500V → 15kV/25kV
2012-2015	Utrecht – Geldermalsen – Den Bosch - Boxtel	Feederlijn Betuweroute + combinatie met moment vervanging beveiligingsinstallaties
2015-2020	Rotterdam – Dordrecht – Roosendaal - grens	
2015-2020	Eilanden HSL (Rotterdam, Amsterdam en Breda)	Combinatie met moment vervanging beveiligingsinstallaties
2015-2020	IJzeren Rijn	Afhankelijk van besluitvorming

4.4 Capaciteit

ERTMS ondersteunt kortere opvolgtijden tussen treinen bij snelle inhalingen. Vanuit capaciteit en functionaliteit is invoering van ERTMS dan ook gewenst voor baanvakken waar snelle inhalingen gewenst zijn. Grote vervoersgroei is te verwachten op de trajecten Amsterdam-Utrecht-Hertogenbosch, en rondom Amsterdam, zoals de Flevolijn en de Zaanlijn. Koppeling met oplevering Zuidas in 2020 ligt voor de hand. Vanuit capaciteit en functionaliteit zijn de volgende infra-corridors noodzakelijk om te worden voorzien van ERTMS.

Tabel 9: Implementatie van ERTMS a.g.v. capaciteit

PLANNING	INFRA-CORRIDOR	TOELICHTING
2013-2014	Utrecht – Geldermalsen – Den Bosch - Boxtel	Combinatie met 'snelle inhalingen' en moment vervanging beveiligingsinstallaties
2015-2020	Amsterdam Centraal-Bijlmer	Combinatie met opvolgtijdverbetering
2015-2020	Flevolijn (Amsterdam – Almere – Lelystad)	Combinatie met 'snelle inhalingen'
2015-2020	Zaanlijn (Uitgeest – Zaandam – Amsterdam)	Combinatie met 'snelle inhalingen'
2015-2020	Gooilijn (Weesp – Hilversum – Amersfoort)	Combinatie met 'snelle inhalingen'

4.5 ERTMS gecombineerd met vervanging treinbeveiligingsinstallaties

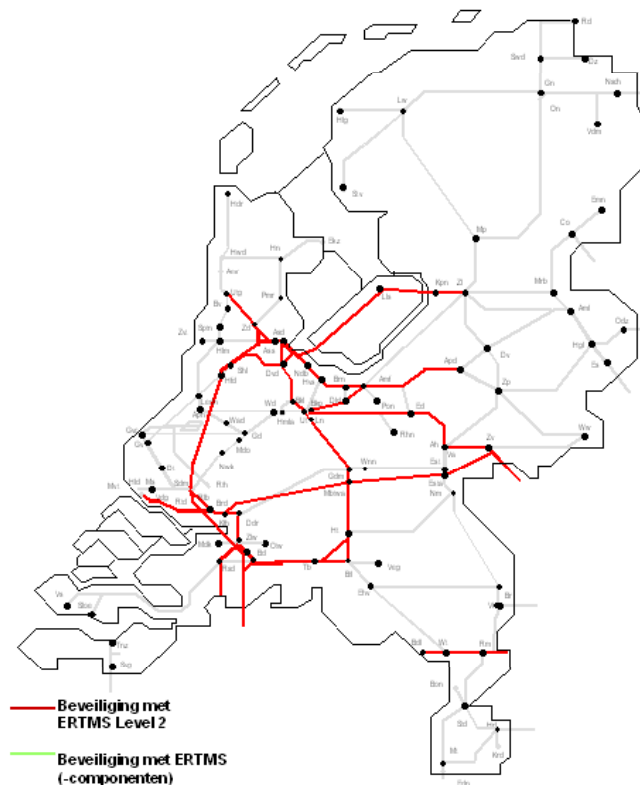
Voldoende omzet en concurrentie doet prijzen dalen. Met de juiste leveranciersstrategie van spoorwegondernemingen en inframanagers is het aannemelijk dat ERTMS het standaard treinbeïnvloedingssysteem in Europa wordt. Omdat dan de combinatie met het vervangmoment de nodige kostenvoordelen met zich meebrengt bepaalt het moment van vervanging treinbeveiligingsinstallaties het tempo van implementatie ERTMS.

Tabel 10: Implementatie van ERTMS a.g.v. moment vervanging beveiligingsinstallaties

PLANNING	INFRA-CORRIDOR	TOELICHTING
2015-2020	Boxtel – Breda	Inclusief Tilburg – Den Bosch
2015-2020	Breda – Lage Zwaluwe	
2015-2020	Utrecht – Arnhem - Zevenaar	
2015-2020	Utrecht – Amersfoort - Apeldoorn	

4.6 Resultaat

Met het opgestelde nationale implementatieplan ontstaat rond 2020 een min of meer samenhangend netwerk met 2 noordzuid-routes en 2 oostwest-routes met enkele uitlopers (zie bijlage 3 voor meer kaarten met streefbeeld). Dit beeld is nog indicatief. Een dergelijk netwerk biedt mogelijkheden van omrijden voor internationale treinen die (tegen die tijd) uitsluitend ERTMS-apparatuur aan boord hebben.



Figuur 9: Streefbeeld implementatie ERTMS in 2020

5 Businesscase

Noodzakelijk voor de keuze van de implementatiestrategie ERTMS is een businesscase voor twee verschillende invoeringsscenario's in vergelijking met het nul-scenario (= doorgaan op de huidige weg). Aangezien de kosten reeds zijn toegelicht aan de hand van de strategische keuzes in hoofdstuk 3 wordt hier gestart met de toelichting en kwantificering van de baten.

5.1 Baten implementatie ERTMS

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de baten van ERTMS voor geheel Nederland. Op specifieke locaties zullen de baten significant hoger uitvallen. De materie is te breed en te complex om (in korte tijd) volledig kwantitatief te onderbouwen. Bovendien zal een volledige onderbouwing enerzijds een grotere onnauwkeurigheid hebben en geen wezenlijk andere conclusies opleveren.

Tabel 11: baten implementatie ERTMS – deel 1

CRITERIUM	ORDEGROOTTE	BATEN (€)	TOELICHTING	
Interoperabiliteit	Verlaging kosten en vergroting concurrentiekracht internationaal spoorvervoer	PM	PM	Minder beveiligingssystemen in het internationaal ingezette materieel, waardoor kostendaling mogelijk is. Minder locwisseling voor internationaal treinverkeer waardoor gemiddelde reissnelheid stijgt.
	Verkortings opvolgtijden	- 20 sec	10,0 mio per jaar	Uitgesteld remmen levert 10-30 sec tijdwinst op per (door huidige regelgeving afgedwongen) stop en daardoor versnelling reistijd.
Capaciteit en betrouwbaarheid	Versnelling rijtijd reizigers	- 20 / -60 sec (lokaal)	PM	Op bepaalde baanvakken kan 160 km/u worden gereden. Op bepaalde baanvakken kan baanvak-snelheid aansluiten bij civiele mogelijkheden (bijv. van 80 > 110 km/u).
	Toekomstige vermindering van infra-investeringen	Totaal enkele honderden mio euro's	5 mio gemiddeld per jaar.	Op bepaalde corridors (zoals Utrecht - Geldermalsen, de Flevolijn en de Zaanlijn) kan worden volstaan met inhaalgelegenheden in plaats van lange 4-sporigheden. Dit speelt voornamelijk in de periode van 2013 tot 2020 .
Veiligheid	Aantal STS'n	- 80%	0,17 mio per jaar	Na implementatie ERTMS t.o.v. ATB++ minder STS'n met niet-technische oorzaak a.g.v. remcurvebewaking bij snelheden <40 km/u.
	Fatale ongevallen baanwerkers	- 10% / -25%	0,68 mio per jaar	Minder fatale ongevallen onder baanwerkers door verbeterde beveiliging: <ul style="list-style-type: none"> • Tegen aanrijdgevaar op werkplek • Snelheid trein nevenspoor

Tabel 12: baten implementatie ERTMS – deel 2

CRITERIUM	ORDEGROOTTE	BATEN (€)	TOELICHTING	
Exploitatie	Opleiding personeel t.b.v. materieel	-40%	2 mio per jaar	A.g.v. ERTMS en standaardisatie in de communicatie naar de machinist via de Driver-Machine Interface is kosten-reductie in opleiding mogelijk.
	Toekomstwaarde materieel en infrastructuur wordt vergroot	PM	PM	Nieuwe ontwikkelingen zullen in de toekomst enkel vaker plaatsvinden in aansluiting op gestandaardiseerde systemen. Inzetmogelijkheden materieel in Europa wordt vergroot standaardisatie.

5.1.1 Interoperabiliteit

Het European Rail Traffic Management System (ERTMS) is een nieuwe standaard voor treinbeïnvloedingssystemen in Europa. ERTMS leidt tot een doorbraak in de totstandkoming van technische harmonisatie van het Europees spoorwegsysteem. De huidige 20 verschillende nationale treinbeïnvloedingssystemen zullen op den duur worden vervangen door deze standaard.

Gezien deze technische harmonisatie draagt ERTMS bij aan de vergroting van de concurrentiekracht van het spoorvervoer in Europa. Het levert op internationale corridors operationele en commerciële voordelen op voor spoorwegondernemingen door:

- Minder beveiligingssystemen in het materieel, waardoor kostendaling mogelijk is;
- Daling van de transporttijd, door minder locwisseling voor internationaal treinverkeer.

Daarnaast levert dit een vergroting op van de bereikbaarheid van de economische centra en havens in Nederland. Er is daarbij een politieke wens om in elk geval de TEN-lijnen te voorzien van systemen die voldoen aan de Europese TSI's (Technical Specification for Interoperability).

5.1.2 Capaciteit en betrouwbaarheid

In de Netwerkanalyses van ProRail is aan de hand van een referentie- en een ambitievariant van de verkeersontwikkelingen op middellange termijn bepaald welke capacitaire maatregelen noodzakelijk zijn.

De conclusie uit deze Netwerkanalyses is dat er met name in de Randstad een aanzienlijke groei wordt verwacht, en dat er steeds meer opdruk komt voor maatregelen om de 'beheersbaarheid' van de treindienst te vergroten. Deze maatregelen betreffen verbeteringen van de opvolgtijd op diverse locaties op een vervoerscorridor. Zo moet bijvoorbeeld de planmatige opvolgtijd bij bepaalde knooppunten kunnen worden teruggebracht van 3 minuten nu naar minder dan 2 minuten in 2015, en moeten treinen onderweg voorbijgereden kunnen worden zonder veel tijdverlies voor de inwachtende treinen. In de huidige wijze van capaciteit- en netwerkontwikkeling leidt dat tot de noodzaak van integraal verdubbelen van het aantal sporen van 2 naar 4 over grote lengte.

In principe zijn snelle inhalingen ook te realiseren met de huidige beveiligingssystemen maar dat vergt dan een algehele herordering van de blokindeling en mogelijk zelfs aanpassing van wisselstraten, tegen hoge kosten. Bovendien is plaatsing van seinen op de meest gewenste locatie soms niet mogelijk vanwege nabijheid van overwegen, wisselstraten e.d. Met ERTMS Level 2 zijn meer vrijheidsgraden voor de indeling van de secties mogelijk, en kan iedere trein op remwegafstand worden gevolgd. Een korte inwachtijd is daarmee op een eenvoudigere en goedkopere wijze te realiseren. Met name op corridors als Utrecht - Geldermalsen, de Flevolijn en de Zaanlijn kan met inhaalgelegenheden worden volstaan in plaats van lange 4-sporigheden. De geschatte besparing is orde grootte enkele honderden miljoenen. Dit betreft echter geen concrete besparing omdat budget voor 4-sporigheden (nog) niet beschikbaar is¹⁰.

5.1.3 Veiligheid

Het verkeerssysteem moet veilig zijn voor reizigers en personeel. Hiervoor moet het spoorstelsel veilig zijn én blijven. ProRail en de spoorwagondernemingen houden deze 'systeemveiligheid' op hoog niveau, ook als het drukker wordt op het Nederlandse spoorwagstelsel. Het Nederlandse spoorstelsel behoort dan ook tot de veiligste ter wereld.

Door de implementatie van ERTMS kan er een verhoging plaatsvinden van de veiligheid van het treinverkeer door een verlaging van de passages stoptonende seinen én een vergroting van de arbeidsveiligheid van baanwerkers.

Passages Stop Tonende Seinen (STS)

Het huidige beveiligingssysteem ATB heeft een snelheidbewakingsfunctie die niet op de bewaking van een remcurve is gebaseerd. In het snelheidsgebied 0 tot 40km/h wordt alleen de plafondsnelheid bewaakt. Het passeren van een rood (stoptonend) sein is hierdoor mogelijk. Om de risico's van passage stoptonende seinen te verkleinen, worden in de komende jaren op 1000 locaties (van de 6000 bediende seinen) (kosten-)effectieve maatregelen, zoals ATB++, geïmplementeerd. Dit levert op korte termijn een significante reductie op van het aantal STS'n.

ERTMS bewaakt van iedere trein wel de remcurve, ook in het snelheidsgebied van 0 tot 40 km/u. Het passeren van een stop tonend sein als gevolg van menselijke fouten is in de toekomst niet meer mogelijk op beveiligde railinfrastructuur. ERTMS kan derhalve een belangrijke bijdrage leveren in Nederland in de vermindering van het aantal passages stoptonende seinen.

Arbeidsveiligheid

In de toekomst zullen hogere verkeersintensiteiten worden gerealiseerd door groei van het treinverkeer, maar ook door de implementatie van benuttingsmaatregelen. Zonder aanvullende maatregelen zal door intensivering van het treinverkeer het risico voor werken aan de infrastructuur verder worden vergroot. De huidige wijze van beveiliging van baanwerkers geeft invulling aan dit vergrote risico door veel railinfrastructuur te onttrekken, wat veel hinder voor de reizigers en verladers oplevert. Daarnaast worden nieuwe instandhoudingsconcepten geïntroduceerd waarbij dagactiviteiten worden verschoven naar de nacht.

¹⁰ Dit zou op alleen niet nodig zijn, als de spoorsector dan de ambities blijvend vergaand naar beneden zou bijstellen, dus geen (verdere) groei en kwaliteitsverbetering.

Vergroten van de arbeidsveiligheid van baanwerkers op kosteneffectieve wijze is enkel mogelijk met nieuwe technologieën. De ontwikkeling van nieuwe functionaliteit in bestaande systemen is erg duur en niet altijd mogelijk. Door gebruik te maken van ERTMS wordt de veiligheid van werken aan de infra verhoogd ten opzichte van conventioneel beveiligde spoorbanen. ERTMS biedt de mogelijkheid de werkplek beter te beveiligen en om gegarandeerde snelheidsbeperkingen op nevensporen in te stellen, waardoor er geen treinen met hoge snelheid langs de werkplek razen. Het is een alternatief voor situaties waarin de railinfrabeheerder een snelheidsbeperking ter plaatse zou moeten instellen. Bijkomend voordeel bij ERTMS Level 3 is dat infrasystemen niet meer aanwezig zijn in de baan, waardoor onderhoudactiviteiten en buitendienststellingen worden gereduceerd. Toepassen van ERTMS alléén biedt echter geen garantie dat op een bepaald baanvak de doelstelling zal worden gehaald. Dat kan alleen worden bereikt door het totaal van veiligheidsmaatregelen.

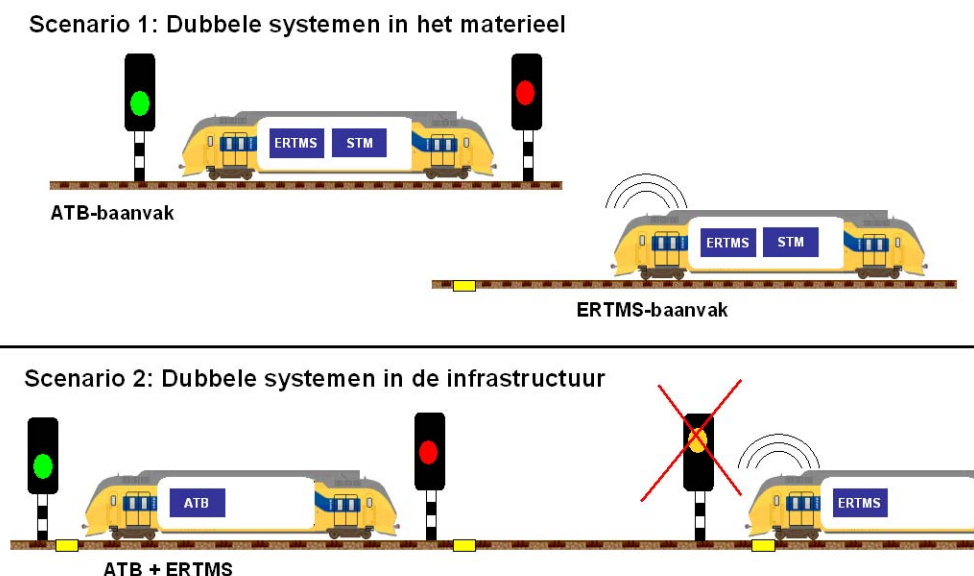
5.1.4 Exploitatievoordelen

ERTMS creëert ook mogelijkheden in optimalisatie van de bedrijfsvoering van spoorwegondernemingen. Door identieke cabinesignalering in verschillende treintypen is communicatie naar de machinist gestandaardiseerd. De machinisten zijn effectiever inzetbaar op de diverse treinseries en de trainingskosten zullen dalen.

De voordelen zitten ook in de sfeer van opleidingen. Tevens zijn er besparingen (maar beperkt) op de jaarlijkse herinstructie

5.2 Scenario's

Meest bepalend in de kosten en de baten van implementatiestrategie ERTMS is de systeemkeuze voor de migratiefase; wordt er geopteerd voor dubbele beveiligingssystemen in het materieel (ERTMS + ATB-STM) of voor dubbele systemen in de infrastructuur (ATB + ERTMS). Grafisch weergegeven geeft dit de volgende twee beelden / scenario's:



Figuur 10: Scenario's businesscase: dubbele systemen in infra of in materieel

5.3 Migratie via dubbele systemen in materieel

5.3.1 Uitgangspunt: kosten

Dit scenario gaat uit van een snelle invoering van ERTMS + ATB-STM in het materieel. Het nieuwe materieel wordt standaard geleverd met deze functionaliteit of is eenvoudig te upgraden, het bestaande materieel wordt omgebouwd. Op basis van de huidige ervaringen, de visie op de toekomstmogelijkheden en de bijbehorende ambitie is ombouw van het gehele materieelpark van NS in enkele jaren mogelijk.¹¹

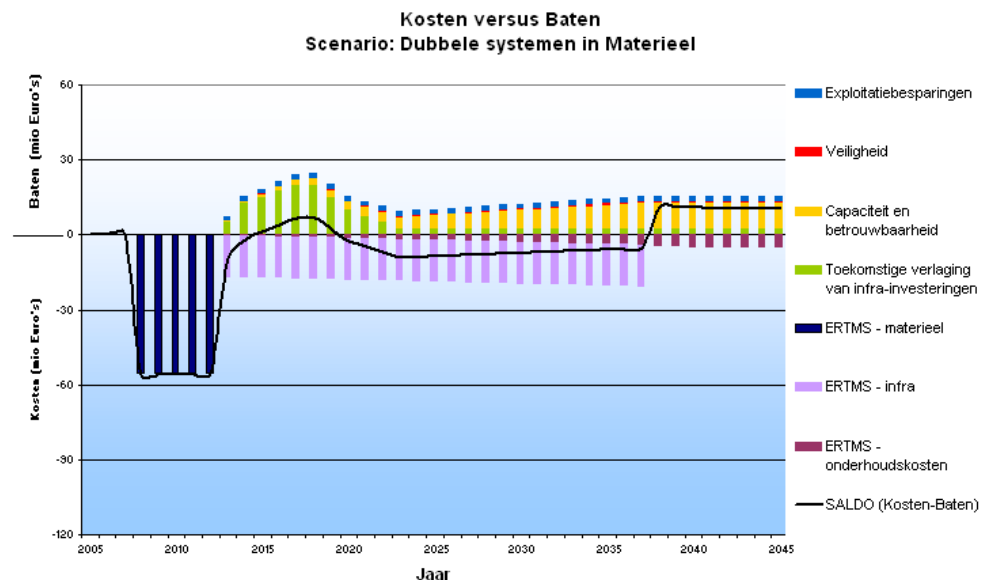
Na ombouw materieel kan met grote flexibiliteit de ombouw van de railinfrastructuur plaatsvinden op het moment en op de infra-corridors waar de noodzaak daartoe zich aandient en uitgevoerd met een minimum aan overlast voor het dagelijkse treinverkeer.

5.3.2 Uitgangspunt: baten

Gezien het nationaal implementatieplan worden op korte- en middellange termijn de baten geïncasseerd daar waar de meeste opbrengsten zijn te verwachten: de infra-corridors waar interoperabiliteitsvoordelen zijn te behalen, waar met hoge snelheid wordt gereden en de infra-corridors waar door krapte in de huidige dienstregeling beheersmaatregelen noodzakelijk zijn om de capaciteit en betrouwbaarheid te verbeteren.

Op lange termijn biedt ERTMS de beste mogelijkheid om de functie treinbeveiliging en – beïnvloeding in te vullen. Vooral nog liggen op die infra-corridors de baten in minder mate in functionaliteiten, maar meer in besparing kosten.

Dit geeft het onderstaande beeld:



Figuur 11: Kosten en baten van het scenario: Dubbele systemen in Materieel

¹¹ De randvoorwaarde is dat er voldoende voorbereidingstijd aanwezig is. De inschatting is dat hiervoor ongeveer 5 - 6 jaar benodigd is tot einde ombouw.

Toelichting:

- Implementatie ERTMS kan pas plaatsvinden nadat materieel is voorzien van dubbele systemen (streefjaar 2012).
- Implementatie ERTMS op infrastructuur heeft doorlooptijd van 30 jaar.
- De baten van ERTMS worden benut bij iedere infra-ombouw, startend vanaf 2012.

5.4 Migratie via dubbele systemen in infrastructuur

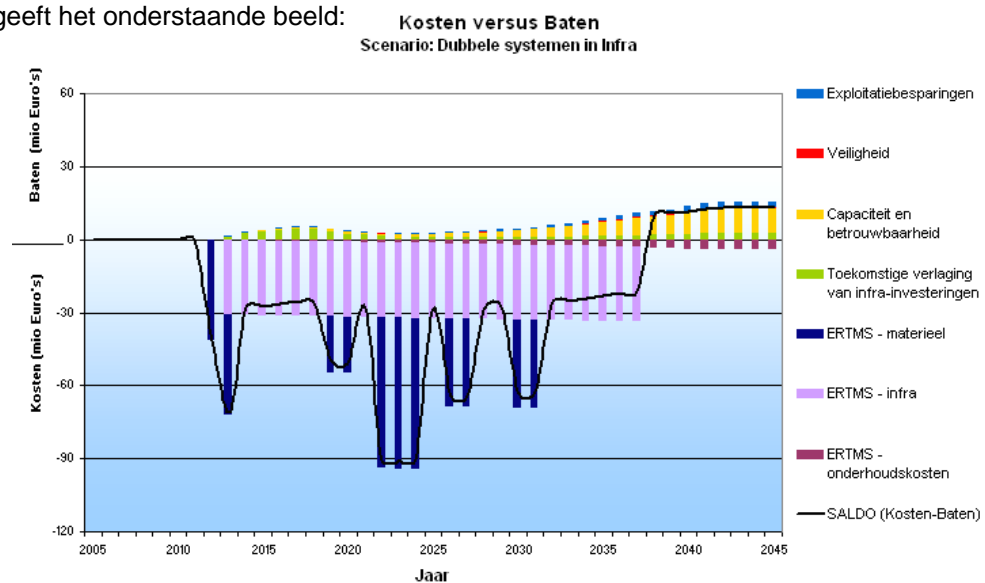
5.4.1 Uitgangspunt: kosten

Dit scenario gaat uit van een infrastructuur met zowel ATB- als ERTMS-systemen (zoals Amsterdam-Utrecht). De aanname is dat implementatie ERTMS in hetzelfde tempo wordt uitgevoerd als het alternatieve scenario. Tijdens de ombouw van infrastructuur zal bestaand materieel uitstromen en zal in nieuw materieel worden besteld. Dit nieuwe materieel zal (in kleine series) worden voorzien van ERTMS of ATB.

5.4.2 Uitgangspunt: baten

Gezien het nationaal implementatieplan worden op korte- en middellange termijn een aantal infra-corridors voorzien van ERTMS. Echter een groot deel van het materieel zal niet voorzien zijn van ERTMS-functionaliteit. De mogelijke baten worden dan ook niet geïncasseerd. Pas nadat een substantieel deel van zowel het Nederlandse materieelpark als infrastructuur is omgebouwd zal de functionaliteit van ERTMS worden gebruikt.

Dit geeft het onderstaande beeld:



Figuur 12: Kosten en baten van het scenario: Dubbele systemen in Infrastructuur

Toelichting:

- Implementatie ERTMS vindt plaats vanaf 2012.
- Implementatie ERTMS op infrastructuur heeft doorlooptijd van 30 jaar.
- Materieelpark wordt voorzien van ERTMS en ATB-STM systemen bij aanschaf nieuw materieel. Dit vindt stapsgewijs plaats.
- De baten van ERTMS worden pas op later tijdstip benut, indien zowel materieel als infra is voorzien van ERTMS.

6 Conclusie en aanbevelingen

De belangrijkste conclusies van deze implementatiestrategie ERTMS zijn:

Hoofdconclusie 1: *Ambieer voor Nederland implementatie van ERTMS Level 3, maar focus vooralsnog op ERTMS Level 2.*

- ERTMS zet de gewenste en noodzakelijke ontwikkeling in van verschuiving van dure en complexe baangebonden installaties naar goedkopere en flexibele materieelgebonden installaties. De intelligentie komt in de toekomst in de trein. i.p.v. langs de baan
- De complexiteit van de infrastructuur wordt daarmee sterk verminderd, waardoor de onderhoudbaarheid, storingsgevoeligheid en de kosten van de infrastructuur op lange termijn sterk wordt gereduceerd.
- ERTMS Level 1 is voor de Nederlandse situatie niet geschikt voor grootschalige landelijke implementatie vanwege de ontbrekende meerwaarde (uitgezonderd interoperabiliteit) en de beperkingen in de infracapaciteit.¹²
- De meeste baten voor ProRail liggen in implementatie van ERTMS Level 3 door vervanging van onderhoudsintensieve treindetectie-systemen (spoorstroomlopen met ES-lassen of assentellers) in de infra door autolokalisatie in treinen. Optimalisatie van de infracapaciteit wordt hierdoor sterk vereenvoudigd.
- Tot op heden is ERTMS Level 3 nog niet ontwikkeld en is enkel ERTMS Level 1 en 2 beschikbaar. Aangezien de migratie van Level 2 naar Level 3 relatief het meest eenvoudig is, zullen voorbereidingen moeten worden gestart voor implementatie van ERTMS Level 2. Op het moment dat ERTMS Level 3 beschikbaar is, kan op korte termijn een migratie plaatsvinden.
- Naast snelle migreerbaarheid naar ERTMS Level 3, levert Level 2 reeds baten op voor zowel spoorwegondernemingen als inframanager.

Hoofdconclusie 2: *De meest efficiënte invoering van ERTMS is een snelle migratie via 'dubbele' systemen in het materieel. Hiermee worden de integrale kosten geminimaliseerd en worden de baten versneld geïncasseerd.*

- De voor de sector meest efficiënte benadering van de migratie naar een nieuwe beveiliging is het uitrusten van materieel met dubbele systemen (ERTMS + ATB-STM)
- Het meest optimaal is om binnen enkele jaren het materieelpark van spoorwegondernemingen om te bouwen. Dit is de meest kostenefficiëntste oplossing, en zorgt dat de baten zo snel mogelijk na de kosten worden geïncasseerd.

Hoofdconclusie 3: *Invoering van ERTMS per infra-corridor, gekoppeld aan de vervanging van de bestaande beveiligingssystemen, voorkomt inefficiënte investeringen.*

- De infra-corridor benadering maakt een rationalisatie mogelijk van complexe interfaces en levert voor de gebruikers één type systeem op per infra-corridor.

¹² In (complexe) situaties, waar op korte termijn interoperabiliteit noodzakelijk is, zijn 'tijdelijk' andere kostenefficiëntere en minder risicovolle oplossingen (zoals ERTMS Level 1) wel noodzakelijk.

ProRail

- Het implementeren van ERTMS op het moment dat de levensduur van de huidige systemen op is, bespaart vervangingsinvesteringen en levert minder hinder op voor de klanten.
- Vanaf op z'n vroegst 2012 is verdere implementatie ERTMS zinvol. Dit is het gevolg van het evalueren van de huidige implementatie op HSL-Zuid, Betuweroute en Amsterdam-Utrecht en de noodzakelijke voorbereidingen voor een verdere landelijke implementatie van ERTMS-systemen.

Hoofdconclusie 4: *De aanwezige kansen, maar zeker ook de risico's en onzekerheden noodzaken om de voorbereidingen voor landelijke implementatie nú te starten.*

- Op korte termijn is implementatie ERTMS noodzakelijk en zinvol voor een aantal infra-corridors. Voorbeelden hiervan zijn de eilanden Kijfhoek en Zevenaar op de Betuweroute en het traject Amsterdam – Utrecht – Geldermalsen – Den Bosch.
- Een beslissing tot landelijke *implementatie* van ERTMS is op korte termijn niet opportuun. In de huidige situatie zijn namelijk nog onzekerheden aanwezig, die een groot effect (kunnen) hebben op de kosten. Echter het onderschrijven als *streefbeeld en ambitie* op langere termijn is onvermijdelijk.
- Focus in de komende periode (2007-2008) wel op het verder ontwerpen van kosteneffectieve migratiepaden, om op nader te bepalen tijdstippen het besluit te nemen om de migratie naar ERTMS daadwerkelijk te starten voor bepaalde infra-corridors.
- Voer deze vervolgstappen gecoördineerd uit in de spoorsector, in samenhang en gezamenlijk met alle betrokken organisaties.
- Uitstel van deze voorbereidende activiteiten is geen optie; deze activiteiten moeten te allen tijde worden uitgevoerd en langer wachten zorgt voor mogelijke grotere risico's.
- Op deze wijze wordt vanaf 'morgen' actief gestuurd vanuit de spoorsector op de kosten en de baten als bepalende factoren van de businesscase van een verdere implementatie van ERTMS in Nederland.

Hoofdconclusie 5: *Acties zijn noodzakelijk om de businesscase voor ERTMS voor landelijke implementatie te verbeteren.*

- Vertaal de operationele en technologische leerervaringen van ERTMS op de HSL, Betuweroute en Amsterdam-Utrecht naar verbeterpunten voor het Nederlandse concept voor 'grootschalige' implementatie ERTMS in materieel en infrastructuur.
- Besluit tot een sectorbreed Implementatieteam met target kostenreductie (bijv: -30%) en batenmaximalisatie:
 - Combinatie ERTMS op moment vervanging treinbeveiligingsinstallaties.
 - Engineering en prototyping retrofit materieel (ERTMS + ATB-STM).
- Betrek hierbij nadrukkelijk (externe) kennispartners (industrie, ingenieursbureau's, Europese railinframanagers, etc.) en kom tot optimalisatie implementatie ERTMS.
- Beproof een ombouw van spoorlijnen in exploitatie van nader te bepalen omvang (een knooppunt, een infra-corridor), voordat een grootschalige implementatie plaatsvindt.
- Monitor, en stimuleer indien nodig, de ontwikkeling van ERTMS Level 3. Bereidt de migratie naar ERTMS Level 3 voor, door ERTMS Level 2 reeds te implementeren.

Bijlage 1: Wat is ERTMS?

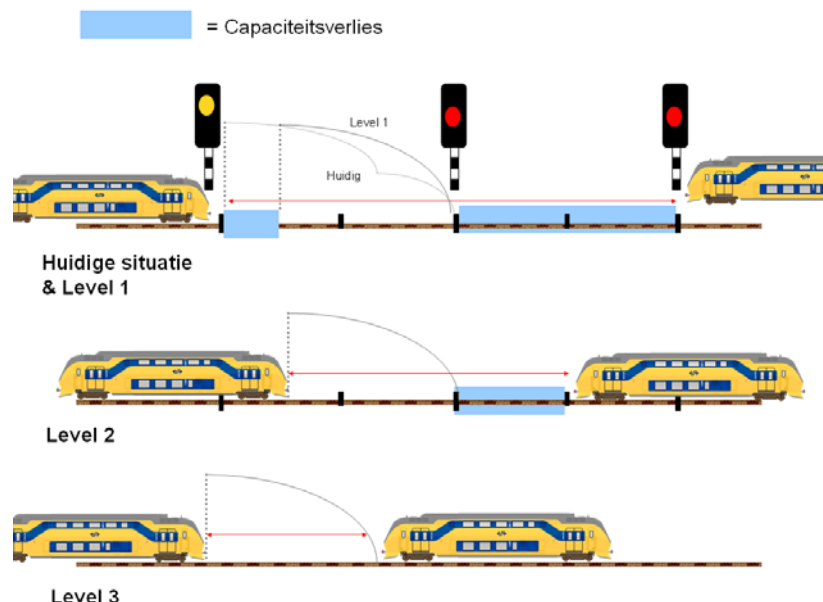
Het moet de niet-ingewijde bij de berichten rond ERTMS af en toe duizelen; levels, versies en allerlei afkortingen. En dus is een korte uitleg op zijn plaats: Het European Rail Traffic Management System (ERTMS) staat voor de Europese standaard voor de nieuwe beveiliging van de treinenloop. Het primaire doel van ERTMS is om het Europese treinverkeer dat over de landsgrenzen gaat te vereenvoudigen om zo interoperabiliteit te garanderen. Hiermee wordt de kwaliteit van spoorverkeer in Europa verbeterd. Een secundaire doel is het creëren van een Europese markt voor deze industrie voor zowel materieel als infrastructuur. Was het oorspronkelijk zo dat ieder land haar eigen leverancier had voor treinbeïnvloedingsystemen, met ERTMS ontstaat een (concurrerende) markt van zes leveranciers, die zowel voor de trein als baan onderling uitwisselbare systemen leveren.

ERTMS of ETCS?

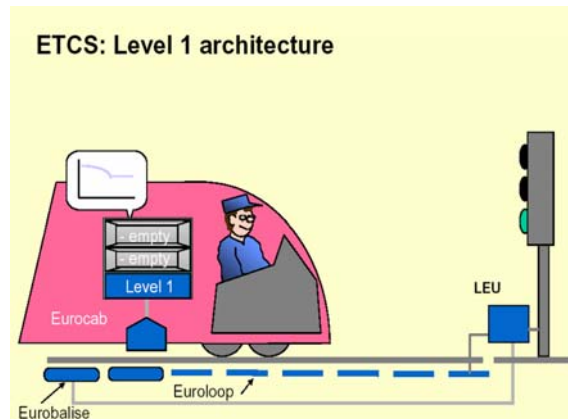
ERTMS had ooit de ambitie een Europese standaard te leveren voor de *gehele* treinbeheersing en -beveiliging. Dat systeem zou uit 3 hoofdonderdelen bestaan: het treinbeïnvloedingsysteem ETCS (European Train Control System), het communicatiesysteem GSM-R en een soort Europese VPT. Dat laatste deel is intussen op de achtergrond geraakt, dus geldt eigenlijk: ERTMS = ETCS + GSM-R. Vanaf dit punt spreken we enkel over ERTMS.

Level 1, 2 of 3?

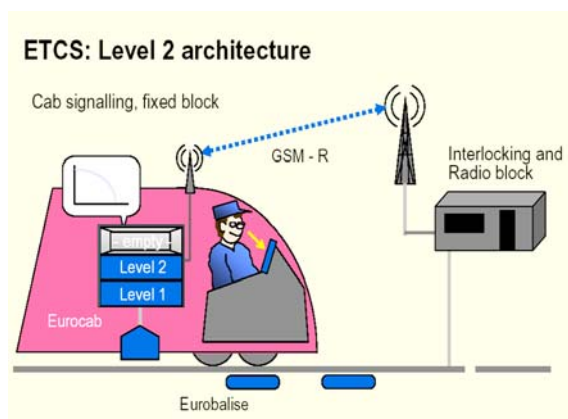
Er zijn voor ERTMS 3 levels of zoals ze in ERTMS-taal officieel heten, de "levels of application". Uit deze levels kan iedere spoorwegmaatschappij de variant kan kiezen die het beste past bij de landspecifieke omstandigheden en ambities.



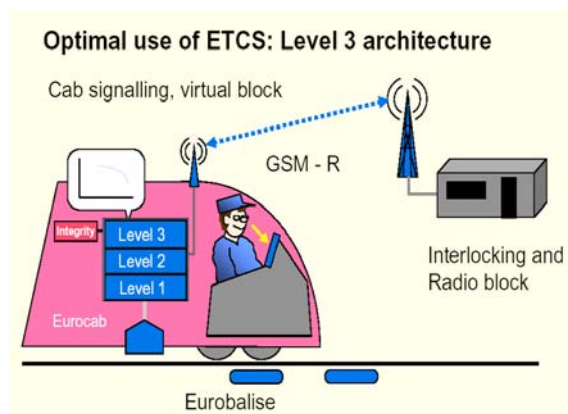
Bij ERTMS L1 blijft de bestaande beveiliging, met seinen en treindetectie, gehandhaafd. In plaats van het nationale ATB-systeem worden (radio)bakens in het spoor gebruikt, die de informatie aan de trein doorgeven. Dit systeem lijkt sterk op ATB-NG, alleen is ATB-NG een Nederlands en ERTMS L1 een Europees interoperabel systeem.



Bij ERTMS L2 worden treinen op de traditionele manier gedetecteerd (bijv. met spoorstroomlopen of assentellers), maar informatie over snelheid en afstand wordt per GSM-R aan de trein overgedragen. De baanseinenvallen en de machinist wordt via zijn cabinedisplay geïnformeerd over de veilige snelheid voor zijn trein.

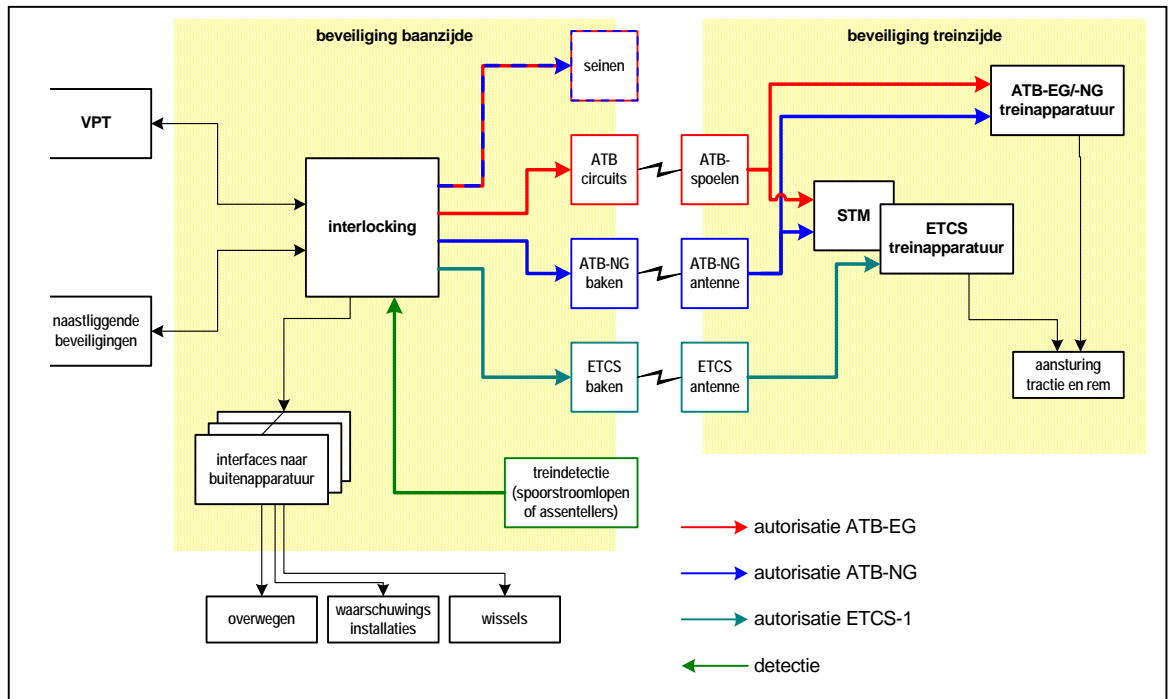


ERTMS L3 gaat nog een stap verder en schrapt ook de treindetectie in de baan. Elke trein geeft via GSM-R zijn positie aan de wal door (autolokalisatie). Volgens de definities van ERTMS wordt L3 gekarakteriseerd door het gebruik van autolokalisatie, en dat kan zowel met vast als met glijdend blok gebeuren. Voorwaarde is wel dat de compleetheit van de trein gegarandeerd of bewaakt wordt.



Systeemarchitectuur voor beveiliging ATB en ETCS Level 1

In het kader van deze strategische studie zijn vooral de verschillende verschijningsvormen van de hardwarearchitectuur van beveiliging van belang. ERTMS betreft niet de gehele beveiliging maar dekt enkel een deel van de gehele architectuur af; het is feitelijk 'slechts' een nieuwe ATB-standaard. Onderstaande afbeelding schetst de architectuur bij toepassing van het huidige seinstelsel, in combinatie met ATB (ATB-EG of ATB-NG) of ETCS Level 1.



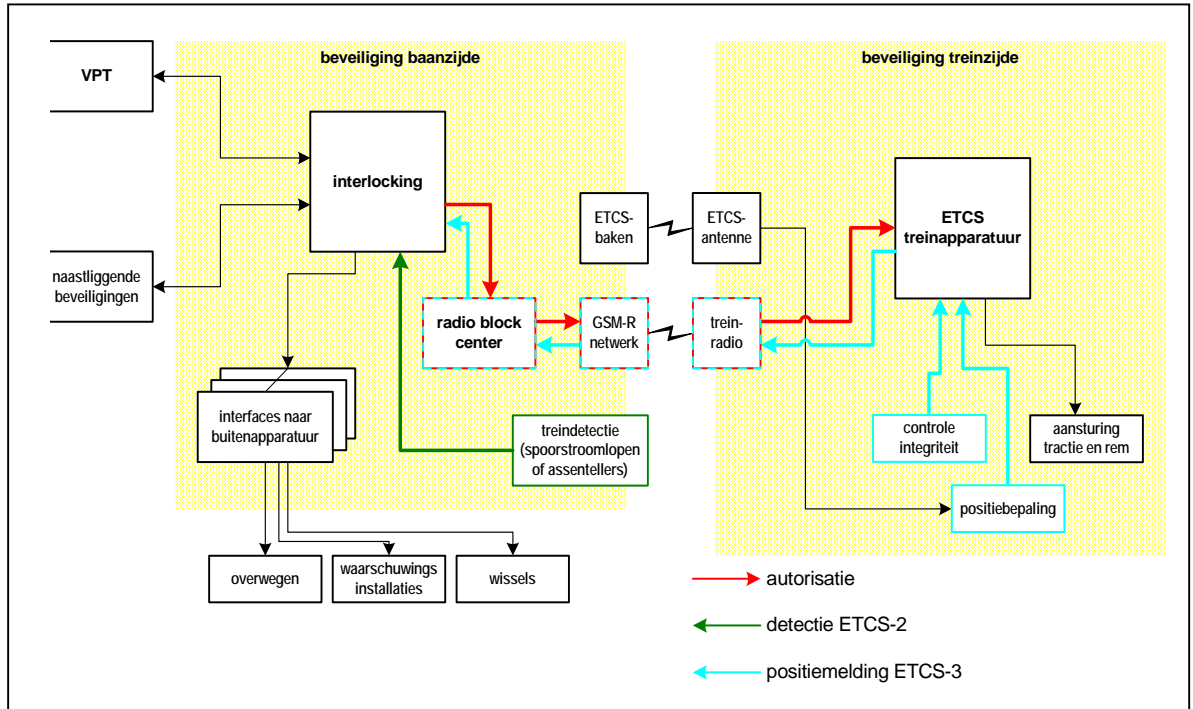
De *interlocking* kan zowel een relaisstelsel zijn, waarbij de functionaliteit geheel is vastgelegd in het ontwerp van de individuele installatie, als een computergestuurd systeem, waarbij de hardware en het grootste deel van de software standaard zijn en per installatie slechts de configuratie aangepast behoeft te worden.

Baanseinen tonen zowel bij ATB-EG en ATB-NG als ETCS level 1 de noodzakelijk informatie aan de machinist. Bij ATB-EG worden deze autorisaties (in een beperkt aantal snelheidsstrappen) via gecodeerde spoorstroomlopen of luskabels aan de trein overgedragen, bij ATB-NG en ETCS Level 1 worden de autorisaties d.m.v. bakens overgedragen. Bij ATB-EG wordt slechts de maximale snelheid bewaakt, terwijl zowel ATB-NG als ETCS level 1 volledige remcurvebewaking kennen. Functioneel kunnen ATB-NG en ETCS level 1 als gelijkwaardig worden beschouwd, de meerwaarde van ETCS level 1 ligt in de interoperabiliteit.

Baangebonden treindetectie wordt in alle gevallen gebruikt, hetzij met spoorstroomlopen, hetzij met assentellers.

Systeemarchitectuur voor beveiliging ETCS Level 2

De architectuur van een systeem volgens ETCS level 2/3 is als onderstaand:



Voor de communicatie met de trein is aan de interlocking nu een radio block center (RBC) toegevoegd, en vanwege deze koppeling zal al snel voor een moderne, computergebaseerde interlocking gekozen (moeten) worden. Autorisaties worden zowel bij ETCS Level 2 als bij ETCS Level 3 per GSM-R aan de trein gezonden. Bij ETCS Level 2 is nog steeds sprake van baangebonden treindetectie, bij ETCS level 3 is dit vervangen door positiemeldingen van de trein zelf. Voor een veilige vrijmelding van de infrastructuur is in dit geval een controle noodzakelijk of geen deel van de trein in de rijweg is achtergebleven (tenzij de materieelconstructie dit incident gegarandeerd voorkomt).

ETCS-balises worden bij ETCS level 2/3 uitsluitend nog gebruikt als positiereferentie, niet voor overdracht van autorisaties, zoals in ETCS level 1. Voor de bakens is dan ook geen bekabeling nodig.

Bijlage 2: Afkortingenlijst

Term	Toelichting
ATB-EG	ATBEG is een van oorsprong Amerikaans fail-safe continu treinbeïnvloedingsstelsel gebaseerd op gecodeerde spoorstroomlopen; het stelsel is vrijwel in geheel Nederland toegepast. Het is een stelsel dat als "vangnet" optreedt, indien de machinist het seinbeeld dat aangeeft dat hij moet remmen, niet tijdig opvolgt. ATBEG is de "eerste generatie" van dit stelsel, dat vanaf de zestiger jaren van de vorige eeuw in de Nederlandse treinen en infrastructuur is ingebouwd.
ATB++	Als toevoeging op de ATBEG, vermindert ATB++ de kans dat een trein voorbij een rood sein rijdt. ATB++ werkt met bakens in de baan. Elke trein die passeert heeft extra apparatuur aan boord om het signaal te verwerken. Deze ATB++-kast houdt rekening met de remvertraging van de trein en zet een remming in als de machinist niet of te laat reageert. ATB++ is aanvullend op het huidige ATB-stelsel en is op korte termijn tegen relatief lage kosten realiseerbaar. ATB++ is geen failsafe stelsel.
ATB-NG	Automatische TreinBeïnvloeding Nieuwe Generatie is een zgn. remcurvebewakingssysteem gebaseerd op informatieoverdracht die plaats vindt op specifieke locaties d.m.v. bakens of lussen tussen de spoorstaven (zgn. puntbeïnvloeding). – Het stelsel wordt alleen op nevenlijnen in Nederland toegepast. Omdat kort na introductie tot ontwikkeling van ERTMS is besloten is de verdere doorontwikkeling van ATBNG stilgelegd.
ATB-STM	Automatische TreinBeïnvloeding Specific Transmission Module - treinapparatuur die in combinatie met ERTMS bestaande functionaliteit van het treinbeïnvloedingsstelsel ATB levert en de informatie hiervan toont in de gestandaardiseerde ERTMS-cabine. In de toekomst zullen vrijwel alle treinen een STM hebben voor het (nationale) treinbeïnvloedingsstelsel, zodat de trein probleemloos met ERTMS en het nationale stelsel overweg kan.
BB21	Beveiliging en Beheersing voor de 21 ^e eeuw - Programma voor de ontwikkeling en implementatie van nieuwe beveiligings- en beheersingssystemen van de toekomst. De oorspronkelijke scope van het programma BB21 was het tijdig toepassingsgericht maken van de beheersing- (VPT+), beveiligings- (ETCS), energievoorziening- (25kV) en communicatiesystemen (GSM-R) voor de megaprojecten Betuweroute, Amsterdam – Utrecht, HSL-Oost, HSL-Zuid, waarbij de systemen tevens toepasbaar op het Nederlandse rompnets moesten zijn. Op een later tijdstip zijn de HSL-Oost en de HSL-Zuid, alsmede de landelijke implementatie, uit het programma gehaald.
ERTMS	European Rail Traffic Management System – De Europese standaard voor de nieuwe treinbeveiligings- en beheersingssystemen. Het voornaamste doel van ERTMS is het bevorderen van de interoperabiliteit, zodat treinen veilig en optimaal over de landsgrenzen kunnen rijden. ERTMS bestaat uit een geavanceerd treinbeïnvloedingsstelsel: ETCS en een communicatiesysteem: GSM-R.
ES-las	Electrische Scheiding in spoorstaven voor detectie van treinen op basis van spoorstroomlopen.
ETCS	European Train Control System – De Europese standaard voor treinbeïnvloedingsssystemen. ETCS is een interoperabel stelsel met remcurvebewaking. Binnen het stelsel worden drie "levels" onderscheiden (resp. Application Level 1, 2 en 3 genoemd). Voor datacommunicatie wordt vanaf level 2 GSM-R gebruikt.
ETCS Level 1	Rijtoestemming door seingeving, spoorvrijmelding door treindetectiesysteem op basis van vaste blokken aangevuld met het treinbeïnvloedingsstelsel met informatieoverdracht door bakens (Eurobalise) en/of lussen (Euroloop). Functioneel

ETCS Level 1	Rijtoestemming door seingeving, spoorvrijmelding door treindetectiesysteem op basis van vaste blokken aangevuld met het treinbeïnvloedingssysteem met informatieoverdracht door bakens (Eurobalise) en/of lussen (Euroloop). Functioneel vergelijkbaar met ATBNG. Het is een punt-systeem, waardoor de trein pas bij het passeren van een baken informatie krijgt over de stand van de seinen. Als er tussentijds iets wijzigt aan die stand, wordt de trein daar niet van op de hoogte gebracht.
ETCS Level 2	Rijtoestemming via digitale radio-ontvangst (GSM-R) door (semi) onafgebroken overdracht tussen trein en wal; spoorvrijmelding door treindetectiesysteem op basis van vaste blokken; bakens maken het mogelijk de afstandsmeting van de trein onderweg te ijken. De machinist wordt via zijn cabinedisplay geïnformeerd over de veilige snelheid voor zijn trein.
ETCS Level 3	Rijtoestemming, treinpositie en treinintegriteitsbewaking per radio; geen baangebonden treindetectie meer en daarmee variabele bloklengte mogelijk; voor "heavy rail"-toepassing in gemengd bedrijf nog niet ontwikkeld.
ETCS Level 1 Limited Supervision	Functionaliteit binnen ERTMS Level 1 waarbij snelheidsbewaking slechts plaatsvindt bij specifieke gevaarpunten. Daartussen vindt geen bewaking en beperkte signalering aan machinist plaats. Rijtoestemming door seingeving, spoorvrijmelding door treindetectiesysteem op basis van vaste blokken aangevuld met het treinbeïnvloedingssysteem met informatieoverdracht door bakens (Eurobalise) en/of lussen (Euroloop). Limited Supervision is nog niet geheel ontwikkeld in de ERTMS specificaties en wordt sterk gepropageerd door Zwitserland.
ETCS Radio Infill	Functionaliteit binnen ERTMS Level 1 waarbij met behulp van GSM-R de performance van ERTMS Level 2 kan worden benaderd. Rijtoestemming door seingeving, spoorvrijmelding door treindetectiesysteem op basis van vaste blokken aangevuld met het treinbeïnvloedingssysteem met informatieoverdracht door bakens (Eurobalise). Dit type Radio Infill is nog niet geheel ontwikkeld in de ERTMS specificaties.
GSM-R	Vanaf medio 2003 bestaat er voor de hele Nederlandse spoorwereld een GSM-R (Railway) mobiel netwerk. Dit netwerk kent net als GSM een netwerk van antennes.
Mistral	Mistral staat voor een grootschalige vervanging en migratie van verouderde beveiligingssystemen. Welke systemen, op welke wijze deze worden uitgerold en waar die worden toegepast wordt beschreven in een zgn. Baseline.
Mistral Baseline 1	Het behouden van de huidige functionaliteit in een interlockingsysteem met nieuwe technologie, in combinatie met de 1:1 vervanging van overige verouderde installatiedelen, wordt aangeduid met <u>Baseline 1</u> .
Mistral Baseline 2	Het toepassen van ERTMS-functionaliteit in systemen met nieuwe technologie, wordt aangeduid met <u>Baseline 2</u> .
RBC	Radio Block Centre –Niet gestandaardiseerd onderdeel van het ERTMS systeem dat de verbinding vormt tussen de interlocking en de trein; met de laatste wordt door het RBC via GSM-R gecommuniceerd. Het RBC registreert o.a. de positie van de treinen en geeft op basis van de door de interlocking ingestelde rijwegen een rijtoestemming aan de trein.
STS	Stop Tonend Sein

Bijlage 3: Rode draad BB21 en ontwikkelingen in de afgelopen jaren

1999: Start ontwikkelingsfase BB21-programma

Het programma BB21 behelst de ontwikkeling en invoering van 4 nieuwe systemen:

- Ontwikkeling van (ETCS) beveiligingsystemen voor een veilige afwikkeling van het treinverkeer
- Ontwikkeling van beheersingssystemen voor ondersteuning bij de treindienstleiding
- Ontwikkeling en landelijke invoering van een mobiel communicatiesysteem (GSM-R), onder andere ter vervanging van het verouderde Telerail.¹³
- Ontwikkeling van tractie-energievoorziening 25kV voor hogere snelheden en hogere belasting.¹⁴

Omstreeks 2004 valt het besluit om het BB21-ontwikkelingsprogramma volledig te focussen op de twee mega's Amsterdam-Utrecht en de Betuweroute. Dit was in het verband met de herprioritering in het MIT (naar aanleiding van het Hoofdlijnenakkoord). Daarnaast wordt de implementatie van GSM-R afgerond.

2003: Geen landelijke invoering ATB-NG

ProRail besluit dat landelijke invoering van ATB-NG niet langer meer een optie is. Dit dure systeem is niet Europees interoperabel. Wel zullen enkele nevenlijnen resp. grensbaanvakken nog met ATB-NG (of een Duitse of Belgische ATB) uitgevoerd, als laatste staartje van de invoering van "ATB" op het hele net.

2005: Maatregelen voor veiligheid < 40 km/u

De stijgende trend in STS-passages en enkele ongevallen leggen de focus in de politieke opinie op verbeteringen van de veiligheid van het spoorvervoer bij treinsnelheden onder de 40 km/uur, zeker als er botsrisico is met treinen die harder rijden dan 100 km/uur. Hiervoor moet door ProRail een oplossing worden gevonden die zichtbaar in korte tijd kon worden ingevoerd. Er wordt een set aan maatregelen gedefinieerd, lopend van emplacementsanalyses tot aanvullende ATB-functionaliteit. Een deel van de maatregelen is inmiddels in uitvoering, voor een ander deel loopt de voorbereiding.

Wachten op ERTMS zou niet verantwoord meer zijn. De "veiligheid mag niet in het geding zijn"; de maatregelen moeten dus op korte termijn worden ingevoerd. ERTMS schoof daarentegen juist naar achteren. ATB-NG zou van stal kunnen worden gehaald, maar dat is landelijk een zeer inefficiënte oplossing. Er is het uiterste gedaan om een andere oplossing te vinden. Hieruit is ATB++ (of "code 147") voortgekomen als korte termijn verbetermaatregel voor de belangrijkste risicopunten (ad 40 mio euro). De uitrol is overigens nog niet gestart, omdat de ontwikkeling nog niet is afgerond.

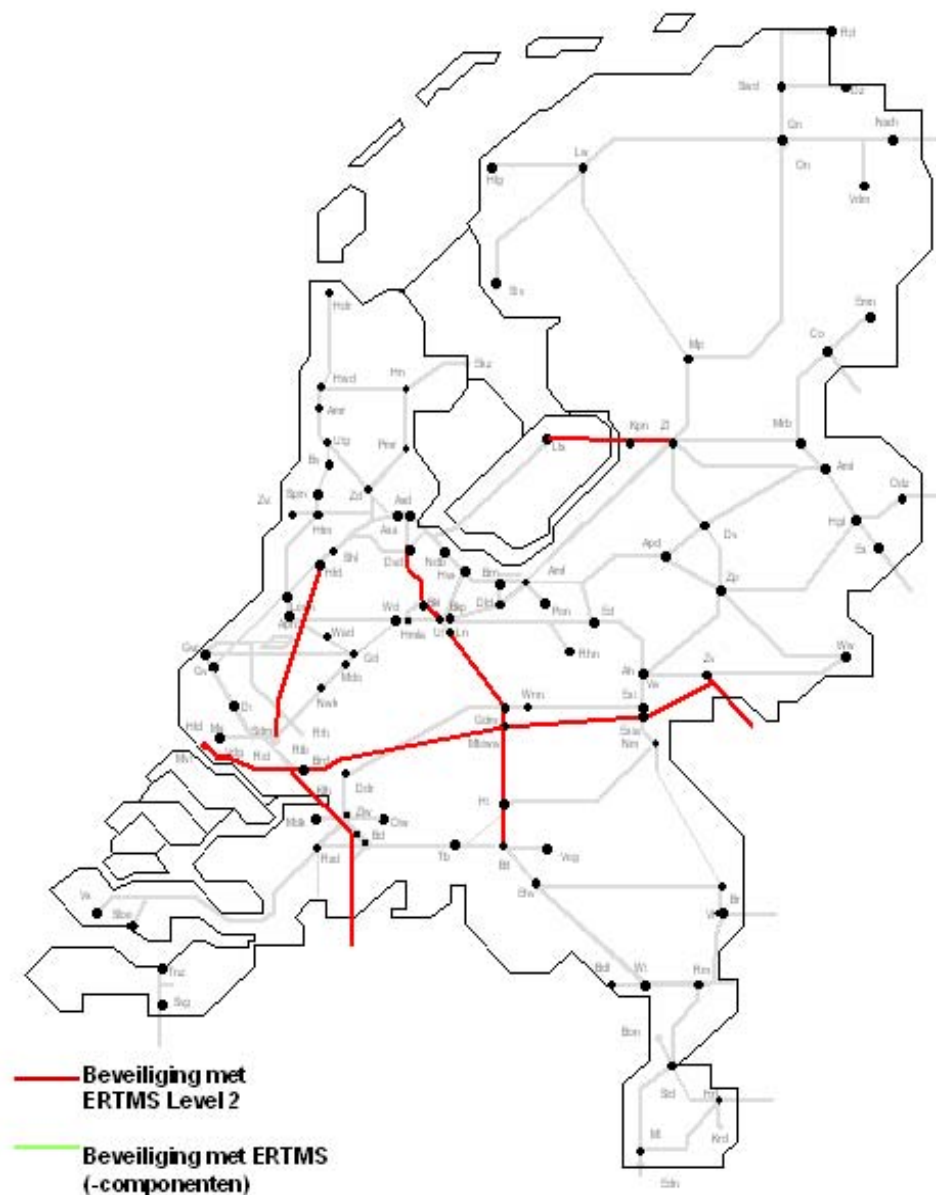
2005: Programma MISTRAL voor vervanging treinbeveiligingsinstallaties

De voorbereiding voor de vervanging van de verouderde b-relaisinstallaties vanaf 2008 is gestart (MISTRAL). Deze vervanging gaat zoveel mogelijk corridorsgewijs plaatsvinden. Deze vervanging start hoofdzakelijk 1:1, vervanging inclusief ERTMS is op termijn mogelijk.

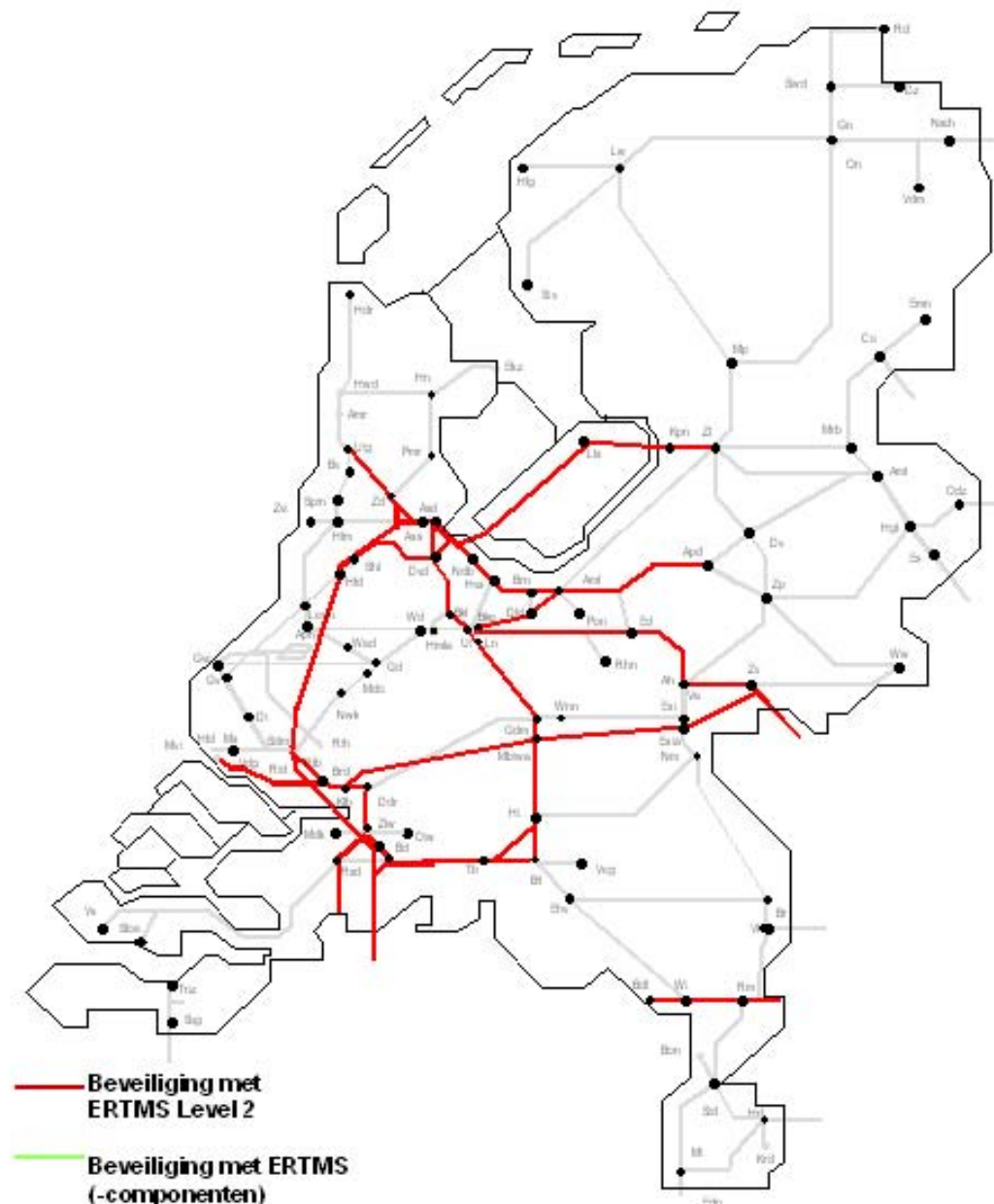
¹³ GSM-R is inmiddels geïmplementeerd en operationeel.

¹⁴ Deze systemen worden deels ingevoerd op de Betuweroute, de HSL-Zuid en de uitbreiding van Amsterdam-Utrecht van 2 naar 4-sporig

Bijlage 4: Streefbeelden Implementatie ERTMS in Nederland



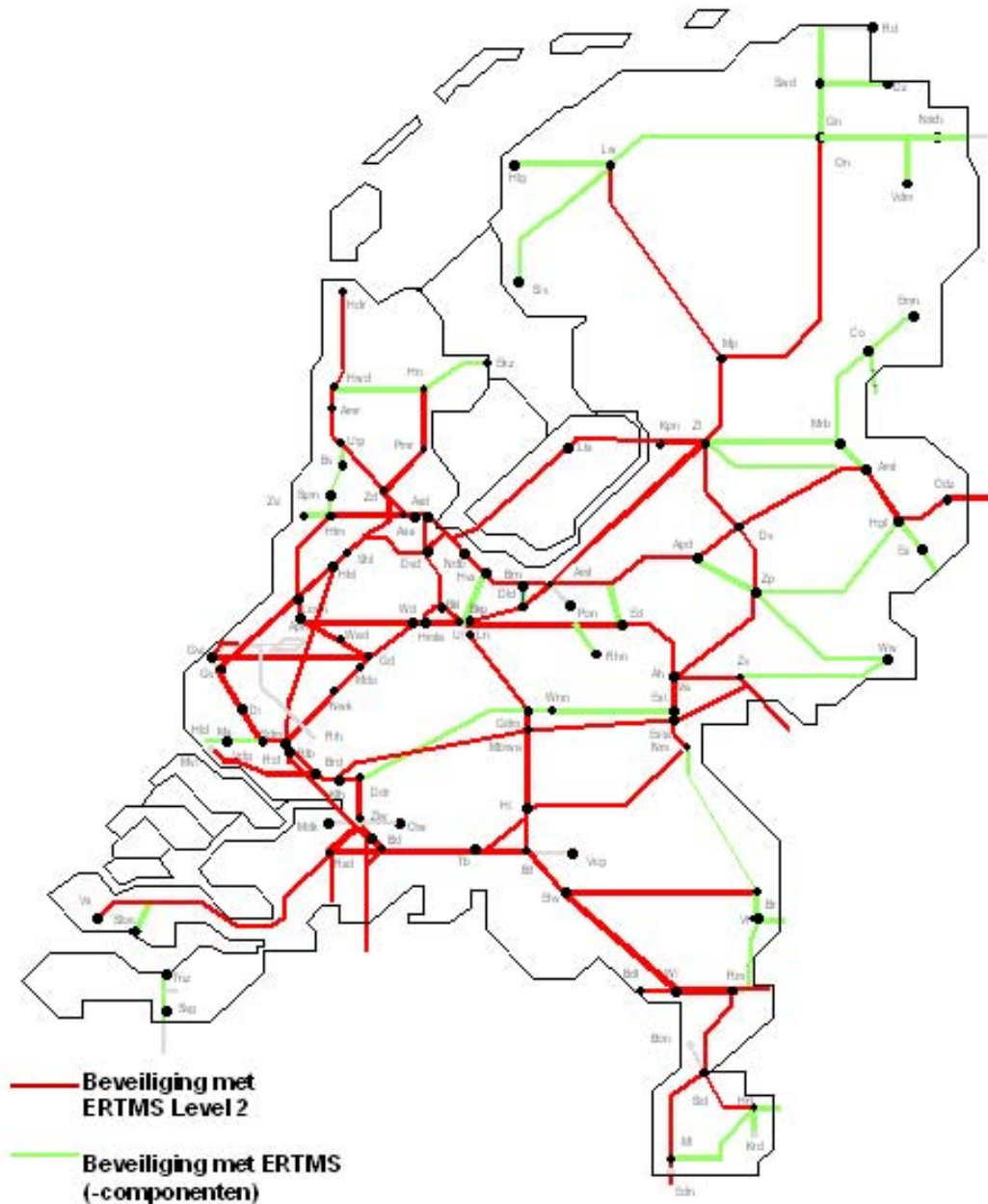
ProRail Streefbeeld 2013: Implementatie ERTMS



ProRail Streefbeeld 2020: Implementatie ERTMS

Versie 0.2 dd 23-08-2006 CONCEPT

ProRail



ProRail Eindbeeld: Implementatie ERTMS

Versie 0.2 dd 23-08-2006 CONCEPT